広島大学水畜産学部紀要

第 1 巻

Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry Hiroshima University

Vol. 1

1955 — 1957

Published by

The Faculty of Fisheries and Animal Husbandry
Hiroshima University

Fukuyama, Japan

広島大学水畜産学部紀要

Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University

第 1 巻目次　　Contents of Vol. 1

第 1 号　No. 1　(Issued 20th August, 1955)

IRIE, Takaaki　　Pages

The Crystal Texture of the Otolith of a Marine Teleost *Pseudosciaena*…1–8; Pls. 1–3
（入江隆明：海産硬骨魚キングチの耳石における結晶組織）

FUJIYAMA, Toraya

On the Life-History of *Prasiola jaonica* YATABE……15–37; Pls. 1–5
（藤山虎也：カワノリの生活史について）

ANAGAMA, Yuzo

Studien über Vitamin C in Milch und Milchprodukten …… 49–94
（穴釜雄三：牛乳及び乳製品のビタミンCに関する研究）

小野 茂樹

仔牛せり市に於けるせり人と買手について …… 95–115
ONO, Shigeki : Auctioneers and Buyers in Calf Auctions (Summary in English, pp. 113–114)

池田　実

満洲に於けるアルカリ土壌地の性質と其の農業的開発に対する一考察…… 117–201
IKEDA, Minoru : Studies on Properties and Agricultural Development of Alkali Soil in Manchuria (Summary in English, pp. 184–188)

第 2 号　No. 2　(Issued 25th December, 1956)

三村　耕

仔緬羊の発育に関する研究 …… 203–266; Pls.1–3
MIMURA, Kô : Studies on the Growth of Corriedale Lambs in Japan (Summary in English, pp. 258–263)

小野 茂樹

和牛市場価格変動の特殊性について …… 267–287
ONO, Shigeki : Observation on the Price Behavior of the Japanese Native Cattle (Summary in English, pp. 286–287)

松平 康雄・川本 彊雄

海水の二，三の物理化学的性質について……289–296
MATSUDAIRA, Yasuo and KAWAMOTO, Takeo : On some Physico-Chemical Properties of Sea Water (Summary in English, p. 296)

松平 康雄・川本 彊雄・北村 弘行
黒潮域の溶存酸素の分布について —Oxygen Anomaly について— 297-301
MATSUDAIRA, Yasuo, KAWAMOTO, Takeo and KITAMURA, Hiroyuki: On the Distributions of Dissolved Oxygen in the Kuroshio Region (Summary in English, p. 300)

第 3 号　No. 3 (Issued 25th December, 1957)

TAKESITA, Isao and KAKUDA, Shunpei
Radioactivity in the River Water, Brackish-Water, Sea Water, and the Laver at River Mouth, Derived from Radioactive Rain Water 303-310
(竹下伊佐雄・角田俊平: 放射能雨による河川水・河口の汽水・海水及び河口で養殖された海苔の放射能汚染)

IRIE, Takaaki
On the Forming Season of Annual Rings (Opaque and Translucent Zones) in the Otoliths of Several Marine Teleosts 311-317;Pl. 1
(入江隆明: 数種海産硬骨魚の耳石における年輪 (不透明・透明帯) の形成季節について)

YAMANE, Jinshin and KASHIWABARA, Takao
The Role of Testicular Hyaluronidase in Spermatogenesis of Mammals
.....321-335;Pls.1-3
(山根甚信・柏原孝夫: 哺乳動物の精子形成における睾丸性ヒアルロニダーゼの役割)

NAKAMURA, Tsunenori
Cytological Studies on Abnormal Ova in Mature Ovaries of Mice Observed at Different Phases of Oestrous Cycle 343-351;Pls.1-5
(中村経紀: マウスの性周期各期の成熟卵巣内の異常卵についての細胞学的研究)

WATANABE, Moriyuki
An Improved Technique of the Artificial Insemination in Ducks ...363-368;Pls.1-2
(渡辺守之: あひるの人工授精の改良新法)

ANAGAMA, Yuzo and KAMI, Takayasu
Jahreszeitliche Schwankungen des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse der Kuhmilch 373-378
(穴釜雄三・上　隆保: 牛乳の無脂固形分含量の季節的変動)

OKUHIRO, Masatoshi
Studies on Physico-Chemical Properties of Expressed Plant Juice in Wintering Naked Barley and Wheat, and Some Effects of Stamping on These Properties of Wheat 379-397
(奥広公利: 越冬中の裸麦及び小麦における圧搾汁の物理化学的性質に関する研究, 並びに小麦のそれらの性質に及ぼす踏圧の影響)

The Crystal Texture of the Otolith of a Marine Teleost *Pseudosciaena*

Takaaki IRIE

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Plates 1-3; Text-fig. 1)

INTRODUCTION

As is well known, fisheries scientists conventionally estimate the age of fish by the so-called "annual rings" or concentric bands, representing periodical deposition of calcium compounds in the otolith. But the crystal texture of otolith and the mechanism of its growth have not hitherto been elucidated, though a few authors have contributed some knowledge on this problem.[1][2] Hence, the present experiment has been carried out on the otolith of a marine teleost, *Pseudosciaena*, to make clear the mechanism of formation of "annual rings" with special reference to its crystal texture in the otolith of fish.

MATERIAL AND METHODS

The present investigation was made by using many otoliths (about 11 mm. in length; 6 mm. in breadth; 5 mm. in height) freshly obtained from a great number of large specimens (measuring 20–24 cm. in body length and 130–260 g. in weight) of a marine teleost, *Pseudosciaena manchurica* (JORDAN et THOMPSON).[a]

(1) Microscopical observation

At first, the outside of the otolith was microscopically observed, and then each otolith was polished up to a thin slice (about 0.1 mm. thick). One half of the otoliths was polished perpendicularly to the body axis of the fish, i.e. parallel to the transverse section of the fish body and passing through the centre of the otolith, and the rest was so made as to expose a plane perpendicular to the dorso-ventral direction of the body, i.e. parallel to the horizontal plane of the fish body and passing through its centre as shown in text-figs. 1-a and 1-b respectively.

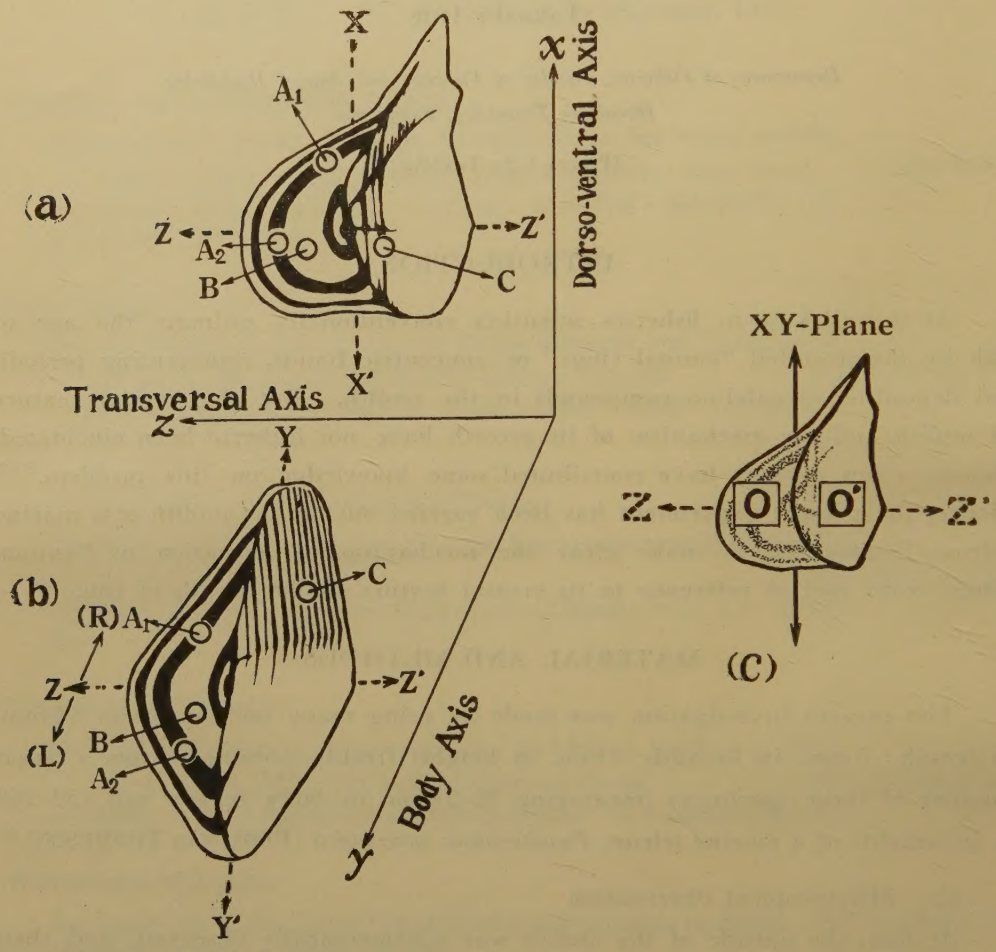
The patterns of "annual rings" and the crystal texture were examined

(a) Japanese name; Kinguchi (Kiguchi)

by observing microscopically the surface of those thin slices, etched with a hydrochloric acid or potassium hydroxide solution.

(2) Examinations by means of X-rays

(*a*) *Powder patterns*: The crystal structure of three parts, i.e. the surface



Text-fig. 1. Cross sectional patterns of "annual rings" of the otolith.

(a) Parallel to the transverse section of the fish body, i.e. perpendicular to the body axis of the fish. Axes X and Z are drawn in this cross section passing through the centre of the otolith, respectively parallel to the dorso-ventral axis x and transversal axis z.

(b) Parallel to the horizontal section of the fish body, i.e. perpendicular to the dorso-ventral axis of the fish body. Here, the axes Y and Z are drawn in this cross section passing through the centre of the otolith. Axis Y (longitudinal axis of the otolith) is inclined about 30° to the body axis y, and Z is parallel to the transversal axis z.

(c) Cross section perpendicular to the axis Y (longitudinal axis of the otolith shown in Text-fig. 1-b). XY plane is inclined about 30° to the median plane of the fish body.

In these figures, Z side is the outer side of the fish body, and Z′ side is the inner side of it.

layer, translucent and opaque layers of the otolith, was examined by taking the photographs of the X-ray powder patterns, the so-called "Debye-Scherrer rings" of each part (a radius of cylindrical film : 29.1 mm.). Each powder used in this examination was prepared separately from each layer, the surface, translucent or opaque.

(*b*) *Laue photographs* : The micro-crystal arrangements of calcium carbonate in the otolith were examined by taking Laue photographs of every portion in the said slices of two kinds, using a narrow circular beam of X-rays emitted from a copper target. In these cases, the beam of X-rays strikes the plane of the slice at right angles or at various inclinations, and the photographic film was set perpendicularly to the incident beam of X-rays behind the slice at a distance of 31 mm.

(c) *X-ray micrographs* : The uniformity of inner texture of the otolith was examined by the X-ray micrographs, enlarged ten times as large as the ordinary X-ray shadow radiographs taken by placing the thin slice so as to come in direct contact with the photographic film. In these cases, X-rays (emitted from a copper target) were limited by passing through a slit of a circular pin hole (2 mm. in diameter), and the photographic film together with the slice of the specimen was set at a distance about 25 cm. from the slit.

(3) Decalcification

The back side of the otolith thin slice mentioned above was adhered closely to a glass plate, and the left half part of its face denoted with (L), Y′ side of the broken line ZZ′ in Text–fig. 1–b was covered with paraffin. The right half part denoted with (R) in Text–fig. 1–b, naked part was decalcified with 0.1% hydrochloric acid, 0.1% nitric acid or 2% acetic acid solution, and stained with eosin, methylen blue or Delafield's haematoxylin. Then the paraffin coated on the left half part was dissolved off, and by observing the whole view of "annual rings" the degree of staining of the translucent and the opaque layer was compared.

RESULTS

(1) Microscopical observation

Through microscopical observation of the patterns of "annual rings" in various cross sections of the otolith, it was found that in the inside half of each cross section of the otolith (the right side of the line YY′ in Fig. 2, Plate 1), many translucent layers and opaque ones are piled up alternately as almost straight stripes, while in the outside half (the left side of the line YY′ in Fig. 2, Plate 1), the stripes of translucent and opaque layers are curved con-

centrically as shown in Fig. 2 of Plate 1 and Text-fig. 1. Text-fig. 1–a and b show schematically the typical patterns of "annual rings" which exist in the cross sections of two kinds. Thus the significant differences of the patterns of "annual rings" are found distinctly between the outside half and the inside in the otolith, and it is expected that the crystal texture and the mechanism of the growth of the otolith in the outer and inner sides of the plane XY in Text-fig. 1 may be quite different; these two sides are called herewith **O** and **O′** respectively. Furthermore, it was ascertained that the crystals of calcium carbonate in the otolith are acicular crystals, whose lengthwise direction is nearly perpendicular to "annual rings" layer as similar to HICKLING's results.[2] Size of the acicular crystals is also nearly the same as those of the hake.

(2) Examinations by means of X-rays

(a) *Powder patterns*: From the investigation of X-ray powder patterns, it was found that the crystals of calcium carbonate in any part **O** and **O′** of the otolith are in the form of the aragonite.[3] And of course only the aragonite was noticed also in both translucent and opaque layers. Strictly speaking, in the opaque layer of the otolith many narrow translucent layers lie along the opaque layer, and in the translucent layer many narrow and light opaque parallel layers lie also. Accordingly, the specimens of opaque layer used for taking the photographs of the X-ray powder patterns contained more or less translucent substance, and the specimens of translucent layer also contained opaque substance to some extent. Since X-ray powder patterns of both the translucent layers and the opaque ones mentioned above are perfectly the same as those of aragonite, it can be said that the crystals constituting both the opaque and translucent layers are in the form of aragonite.

It was also ascertained that the crystals constituting the surface layer (translucent, about 0.5 mm. in thickness) is aragonite, though it has been said that the crystal system of the serrated rims of otolith of the eel is a form of calcite.[4] Typical X-ray powder patterns thus taken are shown in Figs. 3 and 4 in Plate 1. In these figures, Fig. 3 is that of translucent layer, and Fig. 4 is that of opaque layer.

(b) *Laue photographs*: X-ray Laue photographs of every portion in the slices of two kinds were taken with the above-mentioned procedures, and their typical ones are shown in Figs. 1～8 of Plate 2. In these Laue photographs, Figs. 1, 2, 3 and 4 are the X-ray radiographs of the portions denoted by A_1, A_2, B andC in Text-fig. 1–a respectively, and Figs. 5, 6, 7 and 8 are those of the portions denoted by A_1, A_2, B and C in Text-fig. 1–b respectively. Then, from Text-fig. 1, it can be clearly seen that Figs. 1, 2, 5 and 6 are the X-ray

radiographs of the opaque layer in part **O**, Figs. 3 and 7 are those of the translucent layer in part **O**, and Figs. 4 and 8 are those of portions in part **O′** of the slices. In the last case, several opaque and translucent layers are taken together in each radiograph.

By treating these radiographs with the crystallographic globe, it was found that in every part of the otolith, the opaque or translucent layer, the part **O** or **O′**, the micro-crystals of calcium carbonate are fibrously arranged in a similar manner to that of prismatic layer in molluscan shells,[5] except the degree of fiber. The axis of these fibrous arrangements is orthorhombic c-axis, and is nearly perpendicular to "annual rings" layer. But the degree of fibrous arrangement of part **O′** is different from that of part **O**. In the part **O′** the degree is nearly the same as that of prismatic layer in molluscan shells mentioned above, however in the part **O** it is much lower than that in the part **O′**.

Thus a significant difference was found between the fibrous arrangements of micro-crystals of calcium carbonate in these two parts **O** and **O′**. But it was not found between the translucent and opaque layers. The existence of such difference of the crystal arrangements in the two parts **O** and **O′** gives further evidence for the above-mentioned classification of the otolith into two parts **O** and **O′**, the outer and inner sides of the plane XY, in Text-fig. 1.

(c) *X-ray micrographs*: Fig. 1, Plate 3 is a X-ray micrograph (10 ×) of the otolith thin slice taken in the present experiment, and fig. 2 is a photomicrograph (10 ×) of the same slice taken with penetrated visible rays. Comparing these two kinds of micrographs, it can be clearly seen that the black stripes in Fig. 1 (X-ray micrograph) correspond to the white ones (opaque layer) in Fig. 2 (photomicrograph), while on the contrary the white stripes and ground in Fig. 1 correspond to black ones (translucent layer) in Fig. 2.

Then it can be said that the X-rays can penetrate the opaque layers (through which the visible rays can scarcely penetrate) much more easily than the translucent layers (through which the visible rays can easily penetrate). Now, according to the results obtained from the X-ray powder patterns mentioned before, no effective matter for X-rays is found in these translucent and opaque layers, excepting the crystalline calcium carbonate. So, it is obvious that the calcium carbonate in the opaque layer is lighter than that in the translucent layer. However, the visible rays can penetrate in a less grade through the opaque layer than through the translucent layer. Then it may be considered that a kind of organic substance which is opaque for the visible rays but has little effect for the X-rays is contained more abundantly in the opaque layer than in the translucent one.

(3) Decalcification

Fig. 3 in Plate 3 is a photomicrograph of the otolith slice. The right half of it is stained with methylen blue after decalcification with dilute acid, the left half being kept intact for comparison. By comparing the right half with the left half in this photomicrograph, it is seen that the part corresponding to the opapue layer in the slice is stained more deeply than that of the translucent layer. The same results as mentioned above are obtained by decalcification using nitric or acetic acid. Similarly, when the specimen is stained with Delafield's haematoxylin, the part corresponding to the opaque layer is stained more deeply than that corresponding to the translucent layer. But the specimens decalcified with any acid are hardly stained with eosin. Accordingly, it is clear that the opaque layer contains abundantly a substance which can be stained easily with methylen blue and Delafield's haematoxylin but is hardly stained with eosin. Such a substance may be a kind of protein. The existence of such organic substance in the opaque layer will prove that the above stated consideration will be concluded from the results obtained by X-ray examinations.

CONCLUSION

According to these results obtained in the present experiment, the following conclusions have been reached :

(1) The micro-crystals of calcium carbonate which is the main constituent of the otolith are in the form of aragonite in any part of the otolith of *Pseudosciaena*, and they are in fibrous arrangement, the axis of which is the orthorhombic c–axis and nearly perpendicular to the "annual rings" layer.

(2) Between the outside half of a middle plane in the otolith (the part **O** shown in Text-fig. 1–c) and the inside half of it (the part **O′**), the significant differences have been found in the degree of fibrous arrangement of micro-crystals of calcium carbonate, the patterns of "annual rings" and the texture of micro-crystals. In consequence, from the standpoint of crystal texture of the otolith the writer divided it into two parts and called them **O** and **O′** respectively. It should be noted that the degree of fibrous arrangement in the part **O′** is similar to that of the prismatic layer in molluscan shells, however in the part **O** it is remarkably lower than that in the part **O′**.

(3) No significant difference in the fibrous arrangement and in its degree is found between the translucent and opaque layers in the otolith. But there are remarkable differences in the density both of calcium carbonate and organic substance. Though the calcium carbonate is contained more abundantly in the translucent layer than in the opaque layer, a kind of organic substance,

which is opaque to the visible rays and is not effective to the X-rays, is contained more abundantly in the opaque layer than in the translucent layer.

(4) Moreover, the otoliths of *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY),[b] *Lateolabrax japonicus* (CUVIER),[c] *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY),[d] and *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN)[e] fished in the Inland Sea of Japan (Seto-naikai) were examined by means of X-ray radiographs and histochemical treatment. The results obtained were almost the same as those obtained from *Pseudosciaena*.

Lastly, as mentioned above the crystal texture of outside half in the otolith (part **O**) differs from that of inside half (part **O'**). By this difference in the crystal texture of the otolith, it can be considered that there may be a difference in the mechanism of growth of the otolith between the parts **O** and **O'**. This point will be ascertained by future study.

SUMMARY

The crystal structure and texture of the otolith of a marine teleost, *Pseudosciaena* have been made clear by means of X-rays and histochemical treatment as follows:

(1) The micro-crystals of calcium carbonate in any part of the otolith of *Pseudosciaena* are in the form of aragonite, and they are in the fibrous arrangement, the axis of which is the orthorhombic c-axis and nearly perpendicular to "annual rings" layer.

(2) Between the outside half of middle plane in the otolith and the inside half of it, the significant differences have been found in the degree of fibrous arrangement of micro-crystals of calcium carbonate, the patterns of "annual rings" and the texture of micro-crystals. Especially, the degree of fibrous arrangement in the outside half is remarkably lower than that in the inside half.

(3) The fibrous arrangement mentioned above and its degree in the opaque layer are nearly the same as those in the translucent layer. But the density of calcium carbonate in the opaque layer is smaller than that in the translucent layer, and a kind of organic substance which is opaque to the visible rays is contained more abundantly in the opaque layer than in the translucent one.

(4) All the otoliths of *Mylio macrocephalus*, *Lateolabrax japonicus*, *Kareius bicoloratus* and *Argyrosomus argentatus* represent nearly the same crystal structure and texture as those of *Pseudosciaena* stated above.

Acknowledgement: The writer wishes to express his sincere thanks to Prof. Dr. T. FUJIWARA, under whose kind guidance this experiment was carried out.

Japanese name: (b) Kurodai, (c) Suzuki, (d) Ishigarei, (e) Shiroguchi (Ishimochi).

Thanks are also due to Prof. Dr. M. ENAMI of Gunma University, by whose kind suggestion given at the beginning stage of the present experiment a biological examination of the otolith was started.

REFERENCES

(1) NISHIO, S. 1926. Über die Otolithen und ihre Entstehung. Archiv f. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilkunde. **115**: 19-63, 16 figs.

WERNER, CL. F. 1928. Studien über die Otolithen der Knochenfische. Z. Wiss. Zool. **131**: 502-587, 43 figs.

(2) HICKLING, C. F. 1931. The structure of the otolith of the hake. Quart. J. Micr. Sci. **74**: 547-561, 2 Pls., 1 fig.

(3) LUNDE, G. 1929. Über die Kristallart des Calciumcarbonats in Otolithen von *Gadus morrhua*. Biochem. Z. **206**: 436-439.

(4) HORNYOLD, G. 1932. The otoliths of eight small eels from the Etang de Vaccares. J. Roy. Micr. Soc. **52**: 20-25, 2 Pls.

(5) TSUTSUMI, J. 1928. An examination of the micro-crystals of calcium carbonate in molluscan shells by means of X-rays. Part 1. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. A, **11**: 217-221, 1 pl. 2 figs.

———, 1928. Same as above. Part 2. Ibid. Ser. A, **11**: 401-405, 1 pl. 2 figs.

Explanation of Plates

Plate 1

Fig. 1 Surface views of the otolith of *Pseudosciaena* (3.5 ×).
(a) Side view from the transverse direction (Z direction).
(b) View from the posterior direction (Y′ direction).
(c) Upper view from the dorsal direction (X direction).

Fig. 2. Photomicrograph of the otolith thin slice (7 ×). Y-Y′ direction is a longitudinal direction of the otolith.

Fig. 3. X-ray powder patterns of translucent layer in the otolith.

Fig. 4. X-ray powder patterns of opaque layer in the otolith.

Plate 2

X-ray Laue photographs of the otolith thin slice; Figs. 1, 2, 3 and 4 are photographs of the portions denoted respectively by A_1, A_2, B and C in the Text-fig. 1-a. Figs. 5, 6, 7 and 8 are the ones denoted samely in the Text-fig. 1-b. In each figure an arrow indicates the perpendicular direction to the "annual rings" in the otolith slice.

Plate 3

Fig. 1 X-ray micrograph of the otolith thin slice (10 ×).

Fig. 2 Photomicrograph of the slice, whose X-ray micrograph is shown in Fig. 1 of this plate (10 ×).

Fig. 3 Photomicrograph of the slice in which the right half of it is stained with methylen blue after decalcification and the left half being kept intact (17 ×).

Fig. 1

Fig. 2

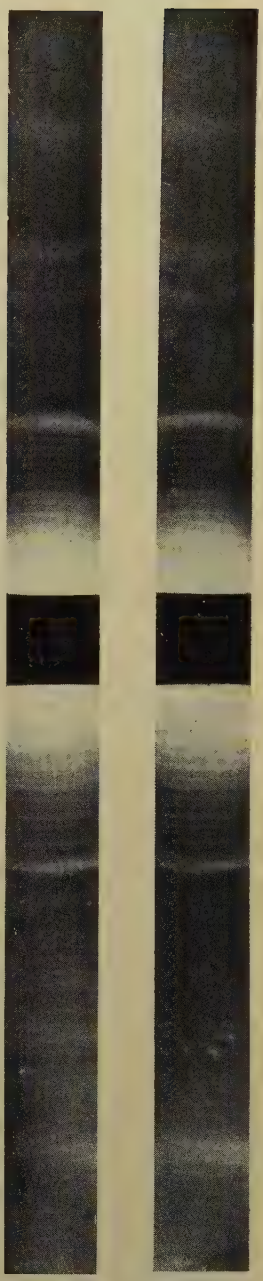


Fig. 3

Fig. 4

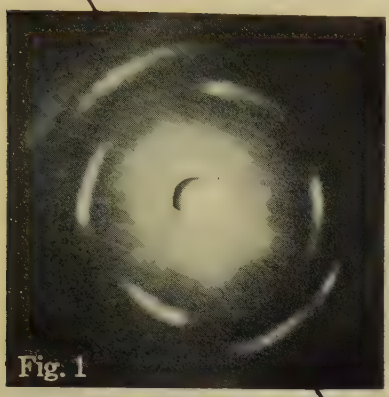


Fig. 1

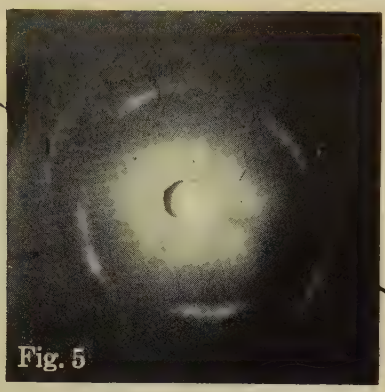


Fig. 5

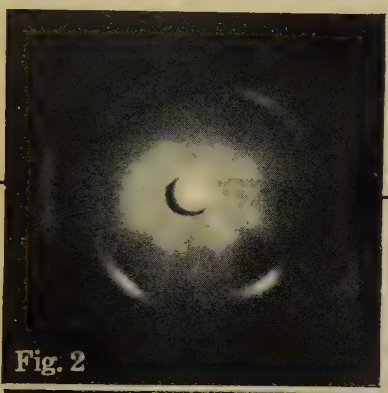


Fig. 2

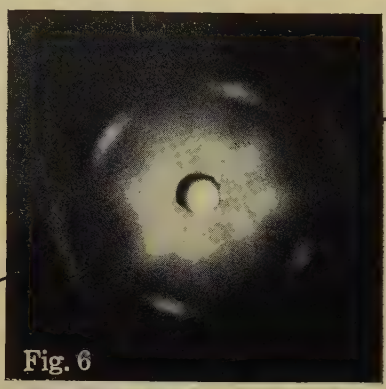


Fig. 6

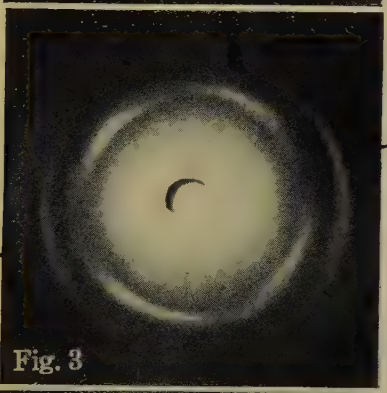


Fig. 3

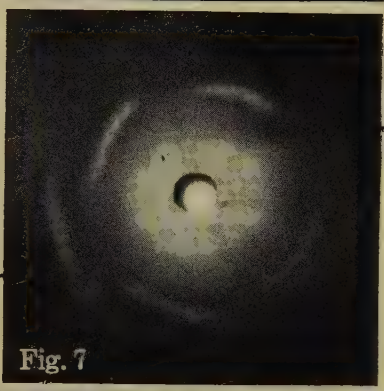


Fig. 7

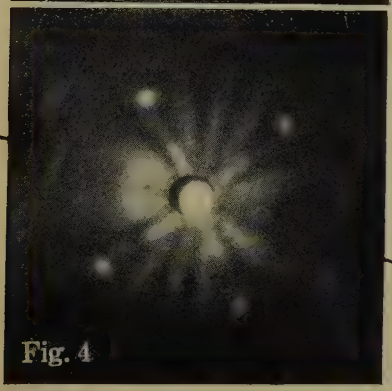


Fig. 4

Fig. 8

Fig. 1

Fig. 2

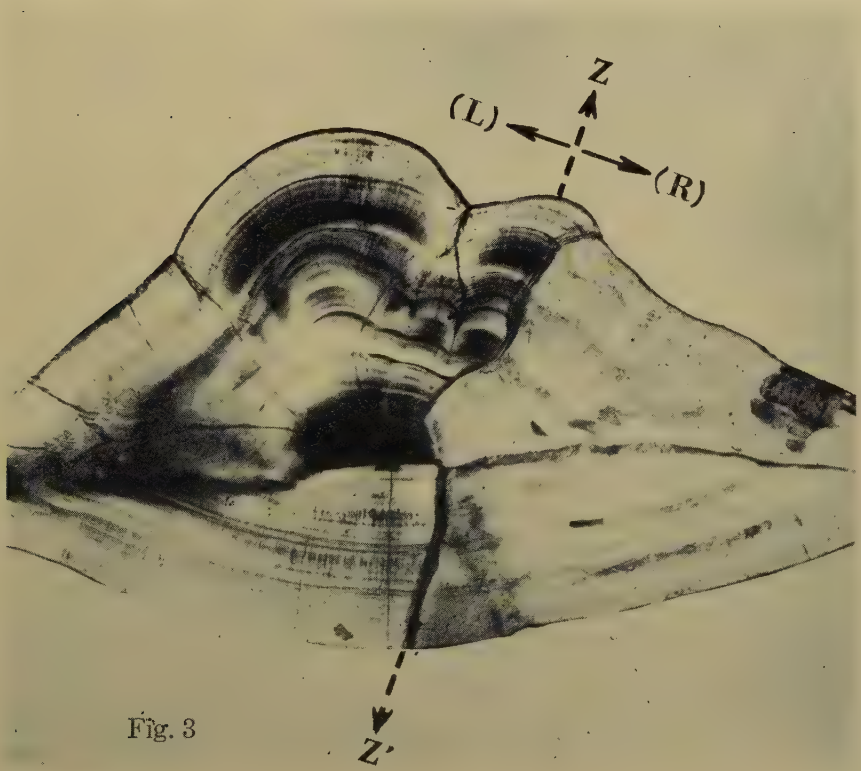


Fig. 3

On the Life-History of *Prasiola japonica* YATABE

Toraya FUJIYAMA

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Plates 1-5; Text-figs. 1-8; Tables 1-3)

CONTENTS

(I) Introduction 15
(II) Material and Methods 17
(III) Observations 18
(A) Fronds in nature 18
(B) Sexual reproduction 20
(C) Asexual reproduction 27
(D) Cytology 30
(E) Life-History 32
(IV) Discussion 34
(V) Summary 34
(VI) Literature cited 35
(VII) Explanation of Plates 36

(I) INTRODUCTION

Prasiola has a world-wide distribution, being terrestrial as well as aquatic. *Prasiola mexicana* J. AG. grows in mountain streams in North and South America, while *P. stipitata* SUHR. is found in sewage in Europe. The terrestrial species *P. crispa* C. AG. and *P. calophylla* (CARMICH) MENEGH. are common on damp grounds and rocky sea shores. *P. borealis* REED and *P. meridionalis* SETCHELL et GARDNER are marine and found in the Pacific Coast of North America.

Prasiola japonica YATABE grows in mountain streams in Japan. According to YATABE (1891) this species is nearly allied to *P. mexicana*. The asexual reproduction of *Prasiola* has been studied by GAY (1888), LAGERHEIM (1897), and WILLE (1902, 1906). They discovered vegetative propagation by a gemmation of the fronds, akinete, and akinete with aplanospores. LAGERSTEDT (1869), SCHMITZ (1879), AGARDH (1883), and BORZI (1809) reported the existence of zoospore furnished with two flagella, but it was denied by WILLE (1906), WEST (1916), FRITSCH (1948), and other investigators, and also the existence of gamete was not admmitted. Concerning the formation of aplanospores, LAGERHEIM (1897) found a single layer of tetrads in transverse section, and SETCHELL &

GARDNER (1927) found the double rows of tetrads intermingled with groups where the horizontal divisions had proceeded further.

YABE (1932, 1936) reported the sexual reproductive process by the biflagellated gametes of two sizes in *Prasiola japonica* YATABE in Nikkô. He observed the attachment of the macro- and microgametes by their anterior ends while they are "swimming" and the fusion of their bodies into the spherical zygote while they are engaged in a "rolling movement". He further observed the division of the germinating zygote into two and then to four cells, but later stages were not followed.

FRITSCH (1935) is doubtful, however, about the existence of gametes which was reported by YABE. He mentions, "No evidence is produced, however, that the swarmers shown in the figures are actually liberated from the *Prasiola*-cells, ... For the present, therefore, the occurrence of such reproduction, whilst not necessarily improbable, must await more definite substantiation."

YUASA (1940) observed the various stages of division of pyrenoid in *Prasiola japonica*. For the first time, mitoses of the vegetative cells are also figured.

MIYAKE, KUNIEDA & ÔHASHI (personal communication) have observed the sexual reproduction of *Prasiola japonica* in the Nippara River in the suburb of Tokyo and cultured the zygotes in the laboratory.

MIGITA (1948) reported on the sexual reproduction and the development of zygote in *Prasiola japonica* of the Kikuchi River in Kumamoto Prefecture. He says that the liberation of gametes occurs from the beginning of November to the end of March in the next year and the conjugation takes place between the macrogametes which are spherical and lacking in flagellum and the spherical microgamete having two flagella (measuring ca. 12 μ) in active motion. The zygote is pear-shaped and is furnished with one long flagellum measuring ca. 18 μ. In the Kikuchi River ripe gametangia are observed in the middle of October and the liberation of the gametes is at its peak around December. Development is followed in detail. (Table 1.)

Since 1933, MIYAKE & KUNIEDA have been engaged in a study on the life-history of *Prasiola* in the Nippara River and Iri River in Okutama area near Tokyo. The author has taken over their researches since 1947 at the same localities. In 1948, two papers were read at the meetings of the Botanical Society of Japan on the sexual reproduction and the development of zygote (February) and on the asexual reproduction (November) respectively. Both papers were published in the Botanical Magazine in 1949 (FUJIYAMA). The substance of these two papers will be published here with some revision in English.

The author is much indebted to the kindness of personnel of the Fishery Branch Station of Okutama for offering all kinds of facilities for the present

investigation. He is happy to express his thanks to Dr. K. MIYAKE, the late Dr. H. KUNIEDA, and Prof Dr. K. DAN for their valuable direction and their kindness in reading the original manuscript. Further he wishes to express his thanks to Prof. Dr. S. INUMARU, Prof. M. SAKISAKA, Prof. Dr. S. UEDA, Prof Dr. S. ARASAKI, Dr. S. SUTÔ, Mr. S. MIGITA, and Mr. T. KATÔ for their advices on many matters. And lastly, acknowledgment is also made to his wife Kazue FUJIYAMA for technical assistance in these experiments.

(II) MATERIAL AND METHODS

Investigation was made in the stream, named Mitsusawa, which is a tributary of the Iri River. Material was collected from the eleven places of the stream every week or ten days all the year round. The experiment of germination of zygotes was carried out in the stream and the fish-ponds of the Trout-Farm. Artificial culture was made in the laboratory both of the Trout-Farm and the University of Tokyo.

For the purpose of culturing the zygotes, the Schreiber's solution is not suitable because of the growth of diatoms. Good result is obtained by renewing the culturing water every week or ten days by the water from the habitat filtered through Berkefeld's candle-filter. In order to make certain of the germination of zygotes and the existence of asexual aplanospores, rocks are put in the stream at intervals. Other rocks to which the zygotes are artificially made to attach are also put into the stream as well as into the fish-ponds of the Farm.

Cytological studies have been carried on in the University of Hiroshima. The young and mature fronds originated in zygotes were collected from the Mitsusawa in late February 1954.

At the same time, the fronds derived from the zygotes which have been made to attach to pebbles and cultured in the fish-pond since 1947 were also collected.

The materials were fixed on the spot, and the zygotes cultured on the slides from February to June were taken off and fixed. The above mentioned materials were fixed in either Flemming's or Zenker's fluids. The fronds in early stages of the gametangia-formation, collected from the tributary of the Naka River in Tokushima Prefecture in October, were fixed with Bouin's fluid on the spot.

For staining Feulgen reaction, Heidenhain's iron alum haematoxylin and Unna-Pappenheim's methyl green-pyronin stainings were employed. Fixation with Zenker's fluid and staining with Feulgen technique were chiefly employed. Schiff's reagent is prepared with 1 gr. either basic fuchsin or parafuchsin, 2 gr. sodium bisulfite, N HCl 20 cc., and distilled water 200 cc. with Coleman's modi-

fication.

Fixation with Bouin's fluid is not suitable for Feulgen technique. Staining procedure is as follows:

1. Fix in Zenker's fluid 4 hours.
2. Hydrolyze 13–16 minutes in N HCl at 59°–60°C.
3. Stain in Schiff's solution 2–3 hours.
4. Drain and rinse in five changes of bisulfite solution.
5. Counterstain in 1% alcoholic light green FS 1 minute.
6. Control slides are placed in Schiff's solution 30 minutes without hydrolysis in HCl.

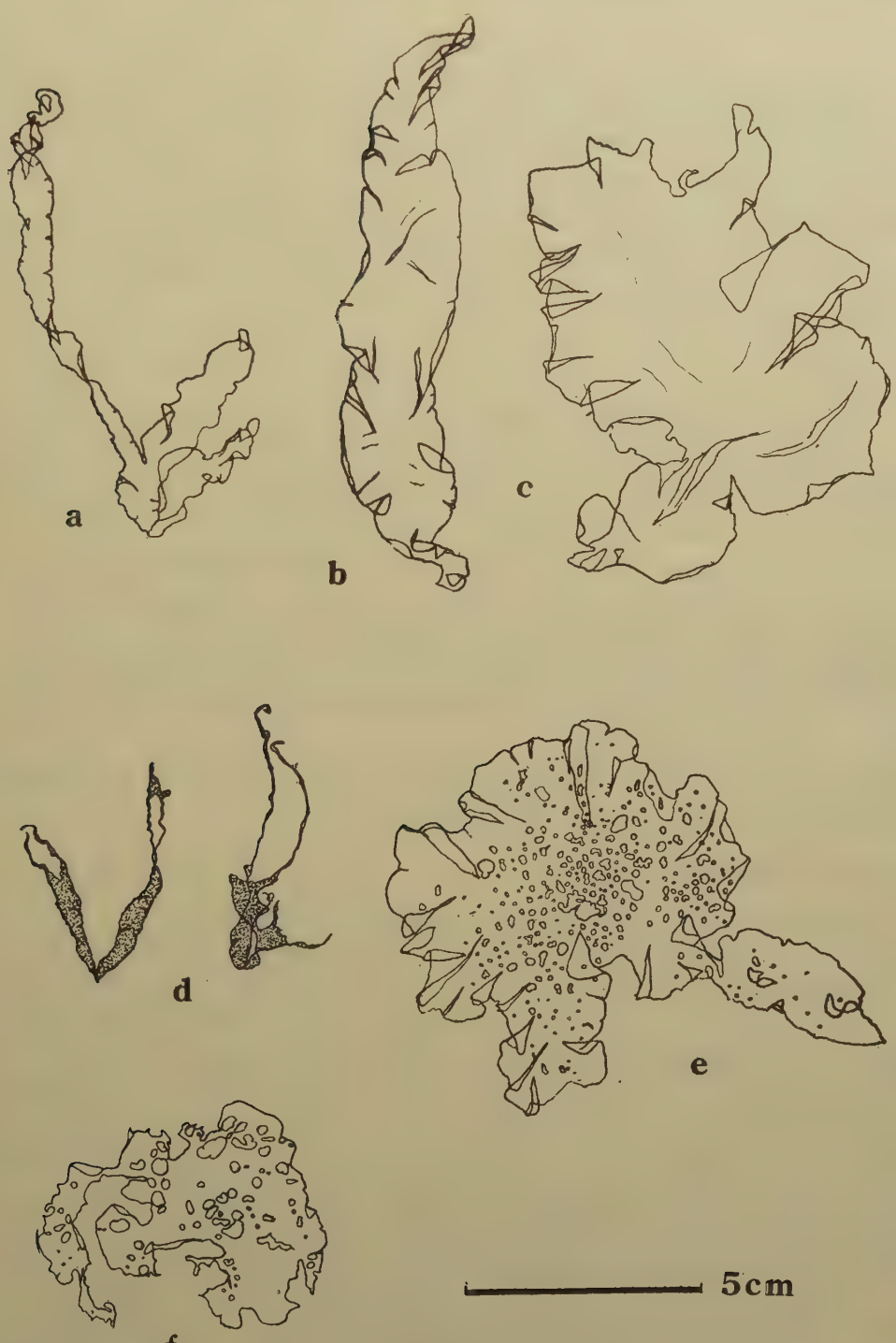
The points which were observed with particular attention were as follows: 1) the maturation of both macro- and microgametangia, 2) liberation of gametes, 3) behavior of both gametes during the conjugation, 4) behavior of zygospores, 5) the mode of development of the zygotes, 6) artificial cultures of the zygotes, 7) existence of aplanospores, 8) origin of the fronds appearing in both summer and autumn, 9) alternation of nuclear phases.

(III) OBSERVATIONS

(A) Fronds in nature

Prasiola attaches itself not only to the stones in a swift current, but also to those in a mild current or even the stone or rock surfaces in the spray zone. The fronds are obtainable all the year round in the Mitsusawa, while they disappear in the Daiya River from April to July (YABE, 1932) and in the Nippara River from February to June (KUNIEDA & ÔHASHI). According to the present study in the Mitsusawa, their growth is at its minimum around April and its peak between July and November. As was described by YATABE (1891) the thalli show variety in forms (Text-fig. 1, Figs. a~c; Pl. 1, Figs. 1~4). Cells are subquadrate, measuring 4.5~7.0 μ along the short axis and 7~10 μ along the long axis, arranged in fours (Text-fig. 4, Figs. a, c).

Prasiola has never been reported from the rivers of the Japan Sea side until ASAKAWA discovered it in 1938 in the Nukii River, the upper water of the Shinano-River. At the same time the fully matured gametangia were ascertained by ASAKAWA & SUTÔ on the same material. It is interesting from the standpoint of plant distribution, that *Prasiola* is found in the upper stream of a water divide close to the origins of two rivers flowing into both the Pacific Ocean where *Prasiola* is known to occur and the Japan Sea.



Text-fig. 1

Fig. a~c. Outline drawings of adult fronds. (2/3×)
Fig. d. Mature fronds, liberating gametes. (in November) 2/3×
Fig. e~f. Outline drawings of the perforated fronds after liberation of aplanospores. (in the beginning of October). 2/3×

(B) Sexual reproduction

Formation of gametangia takes place in late September, and the maturation is completed in late October. Liberation of the gametes extends between late October and late April next year, the peak being found between February and March both in the Mitsusawa and the Daiya River. Between April and June, the fronds of old generation and those of the following generation are found side by side. MIGITA's description falls in line with the author's for the most part (Table 1.).

Gametangia

The plant is monoecious, having the sori of dark-green macrogametangia and light-green microgametangia in mosaic arrangement. These sori are noticeable with the naked eye. By microscopic examination the macrogametangium consists of two groups of 8 cells each showing 4 cells in the surface view while the microgametangium contains 64 or 128 microgametes showing 8 or 16 cells in the surface view respectively. The sizes of the macrogametangia measure $8\sim12\,\mu$ (av. $10.9\pm0.6\,\mu$) along the short axis and $12\sim15\,\mu$ (av. $13.4\pm0.3\,\mu$, $\alpha=0.05$) along the long axis in the surface view, and those of microgametangia are $8\sim10\,\mu$ (av. $9.2\pm0.7\,\mu$) along the short axis and $10\sim13\,\mu$ (av. $11.4\pm0.7\,\mu$, $\alpha=0.05$) along the long axis.

When the maturation is completed small wrinkles arise on the marginal part of the frond (Text-fig. 1, Fig. d; Pl. 2, Fig. 11).

Liberation of the gametes

Liberation of both kinds of gametes occurs in the containers mostly on the second or third day after the fronds have been collected, and the time of liberation does not seem to be irregular. Periodicity of liberation occurring on the same frond has not yet been ascertained. It often happens that fronds kept in the different containers liberate the gametes simultaneously. The liberation of the gametes is particularly clear when a plant with ripe gametangia is floating on the surface of a tall container. The greenish masses of both gametes are included in mucus substance and sink slowly to the bottom in streams (Pl. 2, Fig. 8). The speed of sinking is $2\sim3$ cm/min., which is about thirty times as fast as the swimming velocity of gamete itself.

The macrogametes are discharged from the frond in a group of eight as they are in gametangium, and after conjugated with the microgametes they acquire motility (Text-fig. 2, Figs. l, m; Pl. 2, Fig. 9). On the contrary, the microgametes are in motion already in the microgametangium, and when liberated they are in active movement (Text-fig. 2, Figs. g, h).

Gametes and zygospores

The macrogametes, as mentioned above, round up and remain motionless immediately after discharged. On conjugation, they acquire two flagella. The flagella of zygospores which look like one while they are swimming, measure about 10～14 μ (Text-fig. 2, Figs. c, d). It is difficult to observe flagella of the zygospore separately unless they are fixed and stained. In the microgamete, however, two flagella are clearly seen in active motion. The microgametes are 3.0～5.0 μ (av. 3.9 ± 0.6 μ) in length and 2.5～4.0 μ (av. 2.8 ± 0.5 μ) in breadth, and two flagella measure 6.0～10.0 μ (av. 7.5±0.9 μ) and 7.0～12.0 μ (av. 9.8±1.2 μ) (Text-fig. 2, Figs. g, h). After the zygotes begin to swim the cells measure 6.8～10.2μ (av. 8.2±1.0μ) in length and 3.4～5.1μ (av. 4.4±0.8μ) in breadth, and two flagella measure 10.0～12.5μ (av. 10.6±1.0μ) and 10～14μ (av. 12.0±1.5μ) (Text-fig. 2, Figs. c, d). They are fixed with Flemmig's strong solution, or with 2% osmium tetroxide solution and stained by dilute Noland's solution (Text-fig. 2, Figs. i, j).

Table 1. Monthly mean of both atmospheric and water temperatures (C°), with diagrams of seasonal change of the frond

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Remarks
The Mitsusawa, tributary of the Iri River	Atmos. temp.	2.6	1.9	5.4	11.1	15.9	19.2	23.7	25.0	20.3	14.5	8.3	3.1	After Fishery Branch Station of Okutama
	Water temp.	4.8	5.2	6.8	10.0	12.6	14.7	16.9	18.0	16.1	13.4	10.4	7.8	
	Frond	———	═══	═══	———			═══	·····	·····	·····	———	———	The author
The Kikuchi River	Atmos. temp.	7.9	6.5	10.5	16.3	18.6	24.4	28.4	26.6	24.6	20.0	16.6	7.2	After MIGITA
	Water temp.	12.8	12.4	12.3	14.2	14.6	15.0	15.2	15.2	14.9	14.1	13.3	12.5	
	Frond	———	———	———					·····	·····	·····	———	═══	
The Nippara River	Water temp.	(3.0)				(16.0)						(6.0)		After KUNIEDA & ÔHASHI
	Frond	———	·····	·····	·····	·····						·····	·····	
The Daiya River	Water temp.		(6.0)											After YABE
	Frond		———	———	·····	·····	·····	···						
The Shiba River	Atmos. temp.	5.0	4.5	7.2	10.4	15.4	19.2	23.1	23.5	20.5	16.9	11.4	7.5	After Fuji Trout-Farm
	Water temp. of the source	9.6	9.6	9.9	10.3	10.9	10.7	10.9	10.9	10.7	10.9	10.2	9.9	
	Frond	———	———	———	———	———	—					———	———	

····· No fronds. ═══ Peak of the sexual reproduction.

····· Formation of gametangia. Peak of the formation of aplanospores.

——— Sexual reproduction. ( ) Not mean value.

The union of the gametes is instantaneous and the fused cells, the zygospore, takes a pear shape with the chloroplast of the microgamete at the pointed end (Text-fig. 2, Figs. c～e). In Ulotrichales the swarmer swims with the flagellated end forward. On the contrary, microgametes and zygospores of *Prasiola japonica* swim with the flagellated end directed backward, simultaneously rotating clockwise. The time required to make a complete turn of the body of zygospore is in average 0.37 ± 0.12 sec., and that of the microgamete is in average 0.2 ± 0.03 sec. The velocity of the zygospore and microgamete is ca. 13.6 μ/sec. (= 0.8 mm/min.) and ca. 20.0 μ/sec. (= 1.2 mm/min.) respectively.

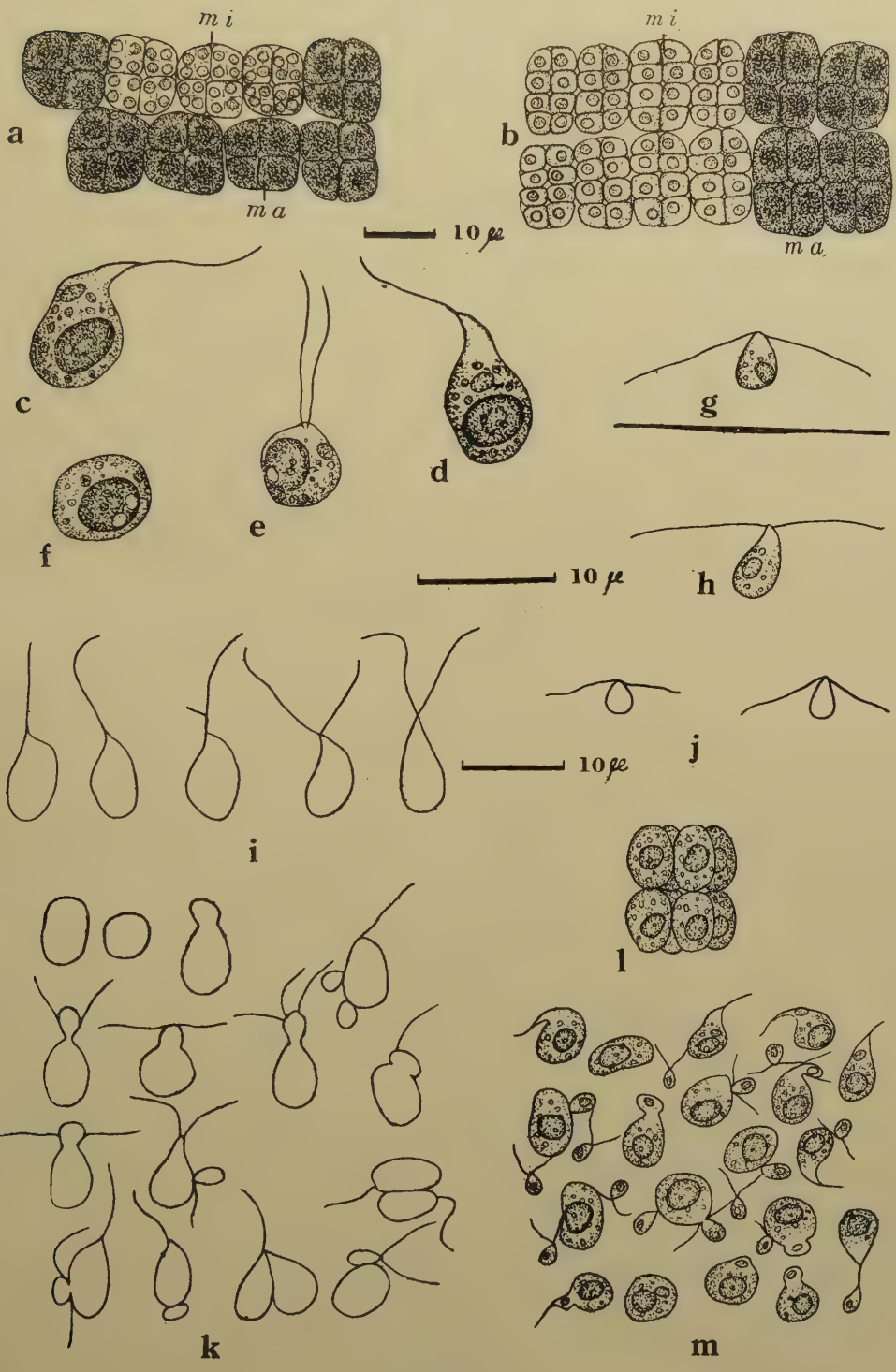
The zygospore has a large dark-green spherical chloroplast and a small light-green chloroplast. The microgamete has a clear light-green chloroplast. Both cells lack in eye-spot and do not show any phototactic reaction. The course of a swimming zygospore is circular while that of microgamete is zigzag.

Conjugatinon

Mode of conjugation on *Prasiola japonica* is quite different from that of Ulotrichales. It is a perfect autogamy. As soon as the motionless macrogametes are liberated from the frond, the motile microgametes throng around them and rotate them with their flagella. Conjugation is brought about by their uniting with each other in most cases by their anterior ends. Soon after the zygospore begins to rotate and swim, the microgamete is located in the beak-shaped part (Text-fig. 2, Figs. c, d, m). The movement of microgametes is so vivid that their flagella are difficult to observe in the moment of conjugation. Successive stages of both conjugating gametes and their flagella can be observed by fixing with Flemming's strong solution (Text-fig. 2, Fig. k). Since the microgametes unite immediately with the macrogametes, it is natural that only a few of the microgametes are left free in the masses of sinking gametes. From the standpoint of ecology, the quick union of the gametes is well adapted for the environment of a rapid stream.

Text-fig. 2

Figs. a～b. Surface view of the sori of both macro- and microgametangia. 1000×
Figs. c～d. Swimming zygospore. 2000×
Fig. e. Zygote immediately after attachment (oblique in position). 2000×
Fig. f. Zygote attached to the substratum. 2000×
Figs. g,h. Microgamete. 2000×
Fig. i. Outline drawing of zygospores fixed with osmium tetroxide and stained with dilute Noland's solution. 1400×
Fig. j. Microgametes fixed with the same. 1400×
Fig. k. Diagrams of various stages of conjugation (fixed with the same).
Fig. l. Macrogametes in a group of eight immediately after they are discharged (schematically drawn).
Fig. m. Diagrams of conjugation.
ma, macrogametangium; mi, microgametangium.



Text-fig. 2.

Attachment of zygotes

In the container the zygospores attach themselves immediately to the substratum. When a frond is floating on the surface of water in the vial, the zygotes accumulate on the bottom as a green spot. A green stripe is marked on the wall when they sink along the wall. After zygotes ceased to swim, they touch the substratum with the posterior ends and rotate slowly around it for a short time. Then they stop moving and become spherical (Text-fig. 2, Fig. f). By this time they are firmly attached to the substratum. Two flagella of the zygospore are seen rarely in this condition (Text-fig. 2, Fig. e).

Culturing of zygotes (Pl. 3, Figs. 12～15)

It was mentioned before that the culture of the zygotes in the laboratory is possible by using filtered water. Immediately after the zygotes become spherical, they measure ca. 5.5～7.8 μ in diameter, which have a large spherical chloroplast (Text-fig. 3, Fig. a). In a few days, cell-wall is formed and the pyrenoid becomes clearer (Text-fig. 3, Fig. b). Up to 11～14 μ in diameter, the zygote is spherical, then it begins to elongate up to 12～13 × 19～20 μ (Text-fig. 3, Fig. d).

In the zygotes obtained in November and December, it requires four months before the full-grown one-celled stage is reached. In case of the zygotes obtained in March, it takes only ten weeks. This difference may mainly be due to the temperature of culturing water (Table 2).

On germination, the cell divides transversely into two (Text-fig. 3, Fig. e). By further cell-division and elongation, the young sporeling develops into three or four cells in the surface view (Text-fig. 3, Figs. f, g). Then two or three of

Table 2. Mean sizes of the zygotes ($\alpha = 0.05$)

	Immediately after attachment	One-cell stage	One-cell stage before elongation	One-cell stage before division and two-cell stage	Three or four-cell stage
Zygotes	5.5～7.8μ (av. 6.1±0.4μ) in diameter	av. 9.5±0.3μ in diameter	11～14μ (av. 12.1±0.7μ) in diameter	12～13 × 19～20μ (12.4±0.7) × (19.6±0.7)μ in average	13～15 × 15～20μ (12.8±0.9) × (19.8±1.9)μ in average
Culturing zygotes made to attach on November 10th		six weeks old	Four months old	Four months old	Four months old
The same made to attach on March 17th			Eight weeks old	Two months old	Two months old
Zygotes found in nature during April			11.0μ in diameter	10～11 × 14～15μ	12 × (18～24)μ

the cells begin to protrude and form primary rhizoids (Text-fig. 3, Figs. h～k). The longitudinal division of the vegetative cell begins after 5～8 successive transverse divisions.

Observation on germination of zygotes

(1) *Experiments with rocks* On April lst., 1947, rocks were put in large pans together with ripe fronds in order to make the liberated zygotes attach themselves to the rocks. Then the rocks with the zygotes were transferred to fish-pond where no *Prasiola* had never been found. On June 3rd., many plantlets of about 1 cm in length were found on the rocks. By August 3rd., they measured roughly 5 cm in length and around the end of November, they reached full maturity to the extent that some of them liberated gametes. Control rocks which were put into the pond without the attaching zygotes remained bare for about a month.

On the other hand, rocks which were put into the main stream of the Mitsusawa in the middle of April, where *Prasiola* was abundant, got many plantlets growing after a month.

(2) *Experiments with pebbles* With the view of making the above results more decisive, small pebbles were used instead of rocks which can be put under a more strict experimental control. In March, zygotes were made to attach to pebbles in glass containers and were kept in the laboratory for two weeks. On April lst., 1947, these pebbles were cemented to the foundation rock at two different places together with control pebbles without the zygotes. The places selected were a spot in the main stream of Mitsusawa and another fish-pond which was fed by the subterranean stream from the Iri River at this time of the year, hence which could be considered as free from *Prasiola*. As a matter of fact, no *Prasiola* was found in the pond besides the fronds on the pebbles. On June 23rd., many plantlets of 1～2 cm long grew on the experimental pebbles. They were in full growth between August and October, measuring 7–10 cm in length on August 3 rd. They matured in November. On the control pebbles, no fronds were found which could be considered as derived from the zygote, although fronds which could have originated from aplanospores appeared. An account will be made in a later section on aplanospores.

Sporelings

In contrast to the zygotes cultured in the laboratory, development of zygotes in nature is very rapid. Comparing the sporelings found in nature with those in culture, no difference is seen in form and size. There is, however, a little difference in stellate chloroplasts and in quantity of granules and also in the

Text-fig. 3.

primary rhizoids. Stellate chloroplast is less clear, granules are slightly more abundant and the number of sporelings with two rhizoids appear more frequently in culture (Text-fig. 3, Figs. l～t; Pl. 3, Figs. 16, 17).

Because of the rapid attachment of the zygotes, many sporelings can be found around the rhizoids of the adult plants where various stages of development of the sporelings can easily be found. This may also offer an explantion, why *Prasiola* is not carried down streams but grow in the same locality year after year.

(C) Asexual reproduction

As was mentioned before, the sexual reproductive process is finished by late April and the sporelings derived from zygotes grow into visible plantlets within two months in nature. Consequently, the sporelings which appear from July on can not be those derived from the zygotes. However, in nature, the newly developing sporelings and the plantlets are found continuously from April to November. This may be suggestive to the existence of asexual cycle.

Formation of aplanospores

Search for asexual reproductive cells soon revealed the round thick-walled gonidia scattered in blocks on the frond more frequently on the marginal part (Text-fig. 4, Figs. a, b; Pl. 4, Fig. 20). These gonidia measure 9～11 × 12～14μ in surface view and are larger than vegetative cells measuring 4.5～7.0 × 7.0～10.0 μ in surface view (Text-fig. 4, Figs. c, d).

Although the escaping of the aplanospore has not been followed so far, it is quite certain that the naked aplanospore is extruded from the enlarged gonidium. In some observations made from April to October, the aplanospores and the sporelings developed from them can be seen among the rhizoids of the adult frond (Text-fig. 4, Figs. e～k). The formation of aplanospores can take place on small fronds of about 1 cm in length either derived from zygotes or aplanospores. It occurs with the greatest frequency from August to October.

It is difficult to distinguish the sporeling derived from the aplanospore from

---

Text-fig. 3

Figs. a～k. Successive stages of zygotes and their sporelings in culture. 800×

Fig. a. Zygote after attachment.

Fig. b. Zygote four weeks old.

Fig. c. Zygote eight weeks old.

Fig. d～k. Two-mouth-old zygotes and sporelings.

Figs. l～t. Zygotes and sporelings found in nature during April. 800×

P. pyrenoid; r. primary rhizoid.

that of the zygote. Since it would not take more than three months to grow up to plantlets of 1～2 cm and since the liberation of gametes terminates in April, it is safe to conclude that the sporelings which are found around August can be regarded as those derived from the aplanospores.

Table 3. Comparative table of the mean sizes of the aplanospore, vegetative cells, and zygotes ($\alpha=0.05$)

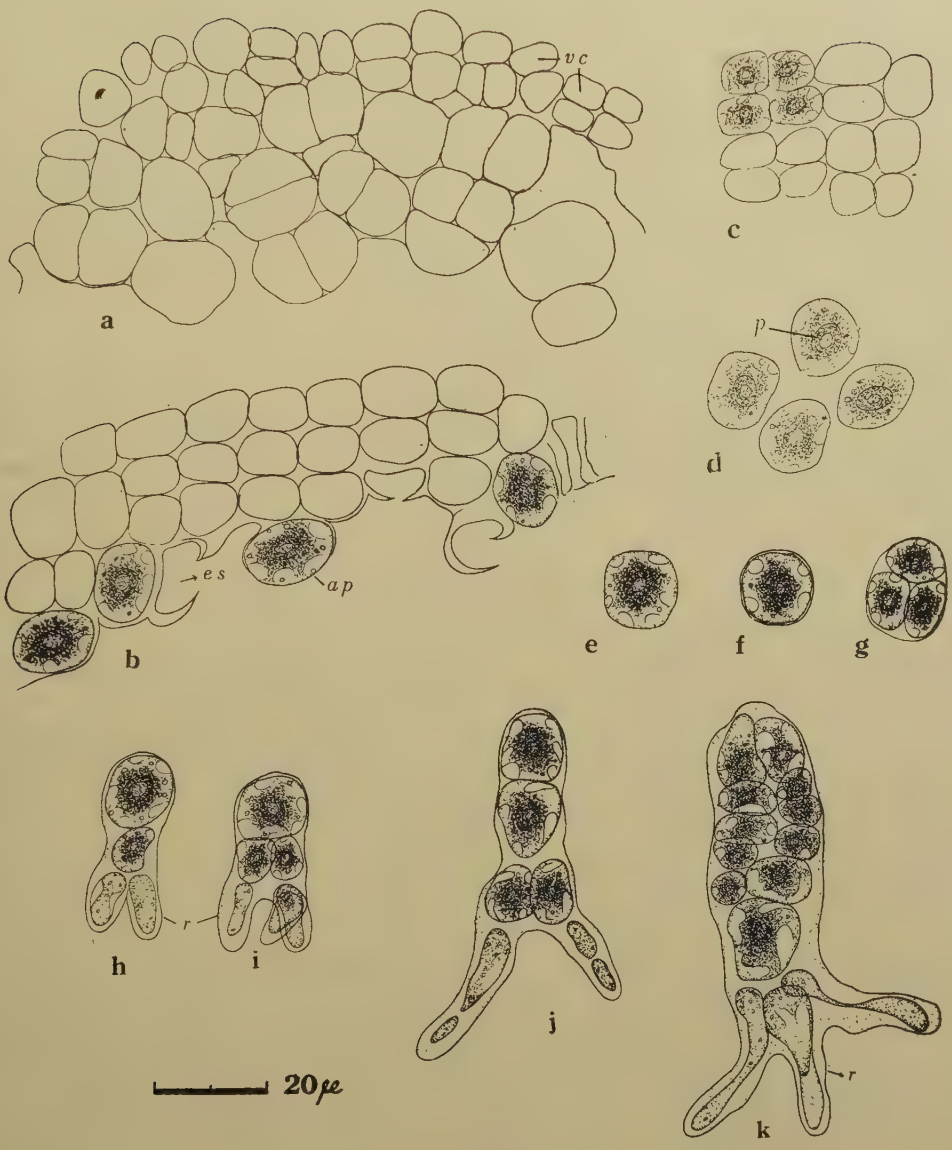
	Surface view	Three-four cell stage	Remarks
Aplanospores before escaping	9～11×12～14μ (10.0±0.7)×(13.1±0.5)μ in average.		From August to October
The same after escaping	13～14μ in diameter	13.6×18.0μ	
Vegetative cells	4.5～7.0×7.0～10.0μ (5.6±0.4)×(8.3±0.4)μ in average		
Zygotes immediately after attachment	6.1±0.4μ in diameter		Culturing in laboratory
The same before elongation	12.1±0.7μ in diameter	(12.8±0.9)×(19.8±1.9)μ	
"Tetraspore" reported by LAGERHEIM	6～8×8～10μ 6～8μ in diameter		

Aplanospores found in germination experiment

In connection with the germination experiments with pebbles described before, appearance of fronds on control pebbles which can be considered as derived from aplanospores was touched upon. Since this pond is free from danger of contamination by gametes from outside, fronds which grow on control pebbles and foundation rocks must have come from the fronds introduced into the pond as zygospores. Moreover, fronds about a centimeter long growing on the experimental pebbles have already aplanospores by this time. Considering the fact that the speed of development of aplanospores is faster than that of zygospores, it is quite justifiable to conclude that the fronds in question have their origin to aplanospores liberated from the plants introduced into the pond as zygotes in March.

Later history of fronds in the ponds

Fronds derived from zygospores keep on growing. On the marginal parts, not only aplanospores, but eventually, microscopic and short or long papillae are found. The middle of August is the best period. From June, the fronds begin to release the aplanospores (Text-fig. 4, Fig. b; Pl. 4, Fig. 21). As they liberate aplanospores they get perforated and finally disappear between September and October (Text-fig. 1, Figs. e, f; Pl. 1, Fig. 5). Rarely, perforated fronds



Text-fig. 4

Fig. a. Outline drawing of the marginal part of the frond showing the formation of aplanospores. 750×

Fig. b. Marginal part of the frond showing aplanospores and empty spaces after discharge. (in August) 750×

Fig. c. Vegetative cells on the same frond as above. (in August) 750×

Fig. d. Aplanospores obtained in the laboratory. (in August) 750×

Figs. e~f. Aplanospores in nature. (in August) 750×

Figs. g~k. Sporelings found in nature. (from October to November) 750×

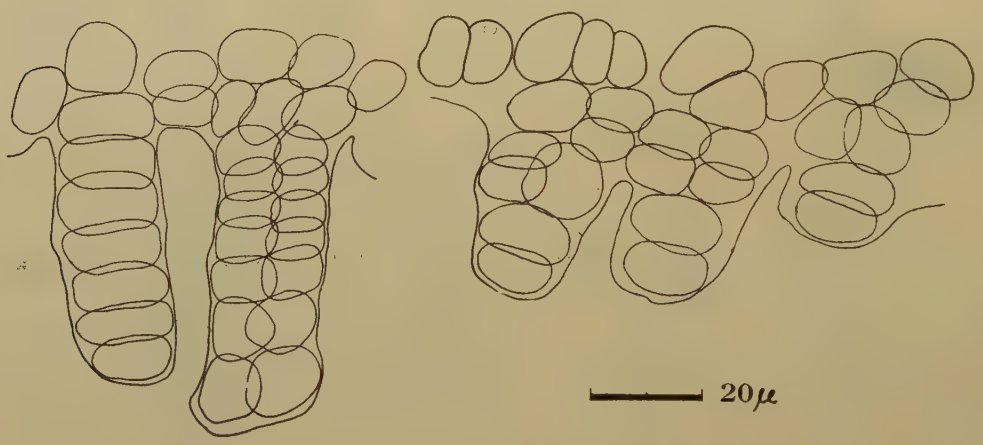
ap. aplanospore; es. empty space; vc. vegetative cell; p. pyrenoid; r. rhizoid.

can be found in the stream in a small number, this may be due to the fact that the fronds derived from zygospore in nature are carried away by the current before they get perforated and decay. Whereas, in calm water of the pond, decaying plants can be preserved.

The fronds derived from the aplanospores also form aplanospores on them. After liberation, however, these fronds do not get perforated and continue to form more aplanospore until November. Finally in late November, they form gametangia and liberate gametes.

Microscopic papillae (Text-fig. 5; Pl. 4, Fig. 23).

Microscopic papillae occur mainly from August to October. The size of the cell of the gemmae is quite the same as that of a gonidium. However, it is not yet accuratly decided whether or not these gemmae may be the gemmation of the thallus such as so-called KÜTZING's "Randstück mit Sprossbildungen".

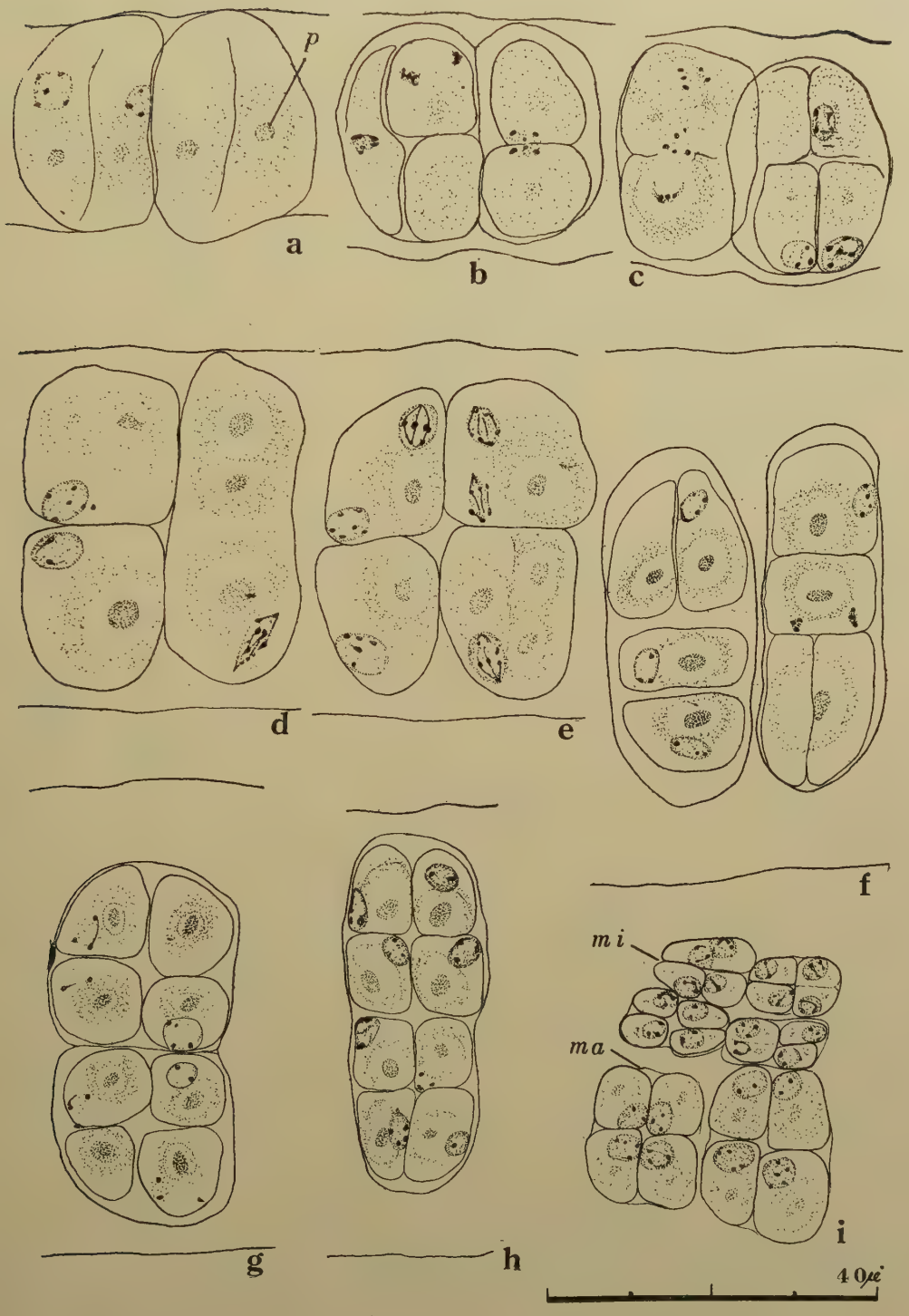


Text-fig. 5. Outline drawings of the papillae on the margin of the frond. (in August) 750×

(D) Cytology

Good results are obtained by the method of Zenker-fixation and Feulgen stain. Materials fixed in February in the Mitsusawa include both ripe fronds

Text-fig. 6.
Fig. a. Vegetative cells. 1200×
Figs. b~f. Formation of gametes. 1200×
Figs. g, h. Macrogametangia. 1200×
Fig. i. Both macro- and microgametangia. 1200×
p. pyrenoid, ma. macrogametangium, mi. microgametangium.
(Figs. a~h. Cross-section; Fig. i. Surface view)



Text-fig. 6. Vegetative cells and gametangia stained by the Feulgen method.

and sporelings derived from zygotes. In cross-section, thickness of immature sporeling and ripe frond is 10～15 μ and 30～35 μ respectively (Tex-fig. 6, Fig. a; Text-fig. 6, Figs. g, h; Text-fig. 7, Figs. a～c). Resting nuclei of vegetative cells measure 2.0～2.2×2.6～3.0 μ (diameter of spherical form is av. 2.2 μ) and contain 3～6 chromatins; those of macrogametes in macrogametangia measure 1.5～2.2×1.8～2.8 μ (diameter of spherical form is av. 2.1 μ) and contain 2～4 chromatins, (Text-fig. 6, Figs. g～i; Pl. 5, Figs. 24～26); and those of microgametes are relatively small in size (av. 1.3 μ in diameter), containing 2～4 chromatins, and they decrease in size as gamete-formation progresses (Text-fig. 6, Fig. i; Text-fig. 7, Figs. a～c; Pl. 5, Figs. 25, 26).

The resting nuclei of zygote measure 2.5～3.2×3.0～4.0 μ (diameter of spherical form is av. 3.2 μ) and contain 6～12 chromatins. The first division of the germinating zygote is meiotic, and the haploid number of chromosome is found in the sporeling (Text-fig. 7, Figs. e～k).

Nuclear membrane is found relatively clear, and spindle fiber lacks clearness. Rod- or ellipsoid-shaped chromosomes are found in the mitotic division. Chromosome number ($n=3$) is the lowest one among that of the Chlorophyceae ever reported (Text-fig. 7, Fig. d).

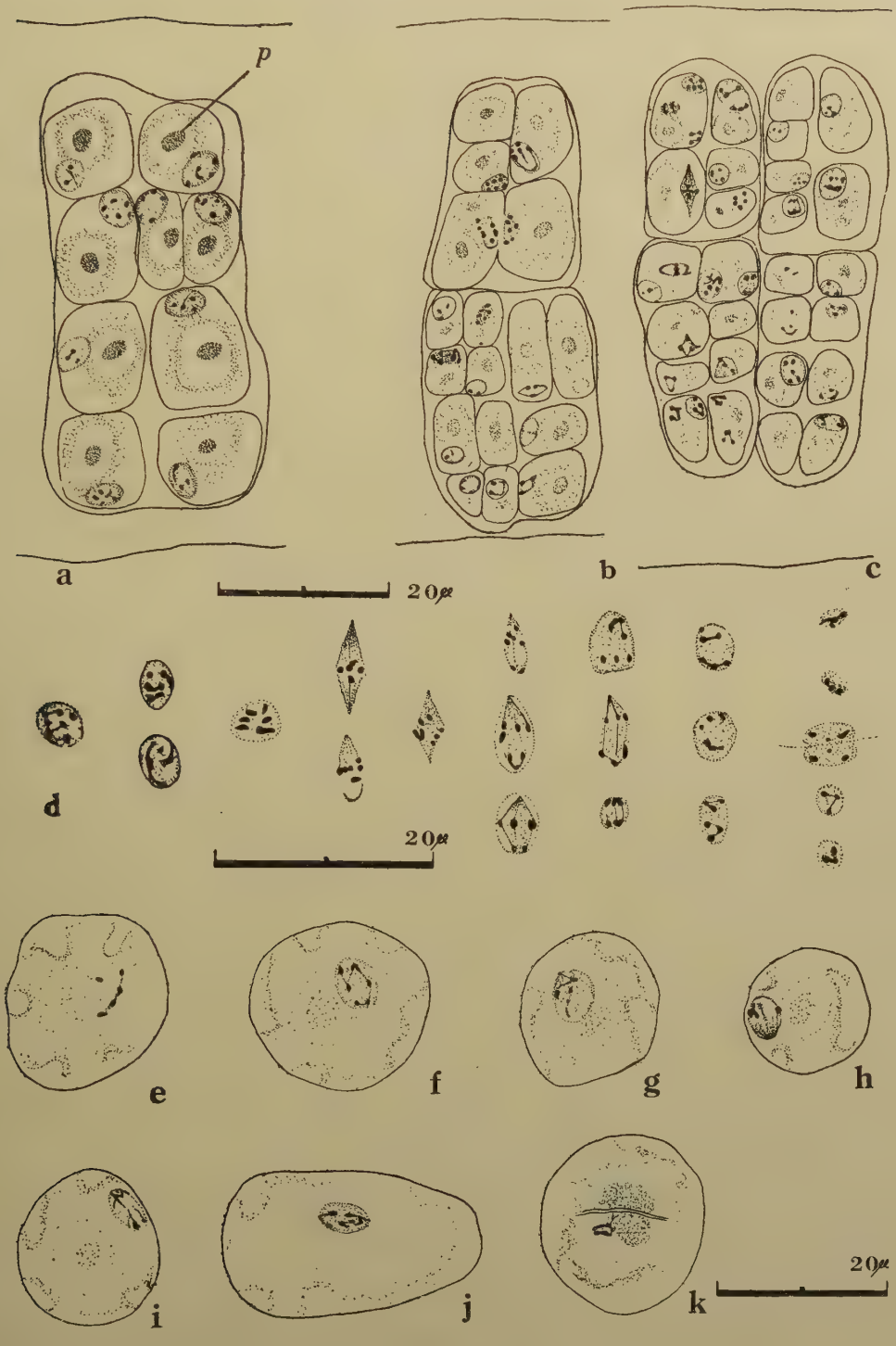
(E) Life-History

The nuclear phase of the frond forming gametangia is haploid ($n=3$). The meiosis takes place at the first nuclear division of the zygote, and the fronds originated from both zygotes and aplanospores are haploid. Although there are both sexual and asexual reproductions in *Prasiola japonica*, alternation of nuclear phases does not exist. It is reasonable to think that *Prasiola japonica* may pass through the winter, performing the sexual reproduction, under the unfavorable environmental condition, and they increase by the vegetative propagation on the favorable condition of summer and autumn. According to the author's study, the life-history of *Prasiola joponica* is considered as follows:

The sexual reproduction by gametes of two sizes takes place in late October and continues until following April. The zygotes begin to germinate after increasing in size. The growth of their sporelings continues, until the adult fronds are formed. The aplanospores are formed on the fronds. The fronds grown

---

Text-fig. 7.
Fig. a. Formation of gametes. 1200×
Figs. b, c. Microgametangia. 1200×
Fig. d. Various stages of mitosis. 1600×
Figs. e～j. Zygotes. 1200×
Fig. k. Two-cell stage of the zygote. 1200×
p. pyrenoid.



Text-fig. 7. Gametangia and zygotes stained by the Feulgen method.

out of zygotes get perforated after losing the aplanospores and eventually disappear between September and October. The fronds derived from aplanospores form also aplanospores, the formation of which takes place chiefly from August to October. After the asexual reproduction, which is the vegetative propagation by aplanospores, is repeated, the gametangia are formed on these fronds. The liberation of the gametes extends from November until late April next year, then they disappear. By this time, the fronds derived from zygotes are already growing. Therefore, *Prasiola japonica* is obtainable all the year round in the Mitsusawa.

(IV) DISCUSSION

Concerning the flagella of zygospore, it is questionable whether they are the flagella of the macrogamete or those of the microgamete. It seems that the macrogamete is lacking in flagella immediately after liberation. Two flagella of swimming zygospores are slightly longer than those of the microgametes.

Prasiola has been considered as belonging to Ulotrichales as Prasiolaceae or Prasiolineae. As cytological studies on the Ulotrichales advance, there is room for further reexamination of the taxonomical situation of *Prasiola*.

(V) SUMMARY

1) *Prasiola japonica* YATABE is obtainable all the year round in the Mitsusawa. The plant is monoecious, having the sori of both macro- and microgametangia in mosaic arrangement. The liberation of both gametes takes place in late October and continues until late April next year, the best condition being found in February.

2) The number of the macrogametes formed in each macrogametangium is 16, being in two groups of 8, and that of microgametes is 64 or 128 in each microgametangium. The macrogametes are discharged from the frond in a group of 8 as they are in gametangium and after they conjugate they show motility. The microgametes are in motion already in the microgametangium and when liberated they are quite active.

3) While the zygospores and microgametes are actively moving, they are pear-shaped, having two flagella. In the zygospores it is difficult to observe two flagella at the posterior end, unless they are fixed and stained. The side of the zygospore near the flagella is beak-shaped and transparent.

4) As soon as the motionless macrogametes are liberated from the frond, the motile microgametes throng around them and unite with them by their

flagellated ends. The zygospore then begin to move in the characteristic way. Consequently, the macrogametes in the swimming condition are regarded as the zygospores.

5) The zygospores attach themselves immediately to the substratum with non-flagellated side and become spherical. After increasing in size, the resting zygotes begin to germinate. Two or three of the cells begin to protrude and form primary rhizoids.

6) Formation of round thick-walled gonidia and the microscopic papillae are discovered on the margin of the frond grown out of the zygote. The naked aplanospores are extruded from the enlarged round gonidia.

7) The fronds grown out of the zygotes form the aplanospores on the marginal part, and this may be repeated. The sporelings and young fronds derived from the aplanospores are found chiefly from April to November.

8) Increase of *Prasiola japonica* is mainly due to asexual reproduction. Although there are both sexual and asexual reproduction in *Prasiola japonica*, alternation of nuclear phases does not exist.

9) Cytological studies have been made mainly by using the Feulgen technique. The procedure is as follows: Fix in Zenker's fluid 4 hours; Hydrolyze 13～16 minutes in N HCl at 59～60°C; Stain in decolorized leuco-fuchsin 2～3 hours; Counterstain in light green FS 1 minute.

Ordinary vegetative plants are in haploid phase ($n=3$). The meiosis does not occur at the time of formation of the gametes. Only the zygote is in diploid phase, and the reduction in chromosome-number takes place in the first division of the germinating zygote.

10) The life-history of *Prasiola japonica* is considered as follows: The zygotes ($2n=6$) begin to germinate after increasing in size. The meiosis takes place at the first nuclear division of them. The growth of their sporelings ($n=3$) continues, and form the adult fronds. The aplanospores are formed on the marginal parts of the fronds. After asexual reproduction by aplanospores has been repeated, the gametangia are formed on these fronds ($n=3$), and the sexual reproduction by the gametes takes place.

(VI) LITERATURE CITED

BARTHOLOMEW, J. W. & MITTWER, T. 1954. Mitotic Frequency Determination and Microphotometric Feulgen Dye Measurements in Root Formation. Stain Tech., **29**: 121-125.

BÖRGESEN, F. 1902. Marine Algae of the Faeröes. Botany of the Faeröes, Part 4, Det Nordiske Forlag, Copenhagen.

BOLT, H. C. 1951. Cytology of Algae. In Manual of Phycology, 203-225.

BOYLE, W. S. 1953. Plant Cytology.

Collins, F. S. 1909. The Green Algae of North America. Tufts College Studies, **2**: (3).

Conn, H. J. 1953. Biological Stains, 146-153.

Fritsch, F. E. 1948. The Structure and Reproduction of the Algae, **1**: 217-220.

Fujiyama, T. 1949. On the Sexual Reproduction and the Development of *Prasiola* (Ag.) Menegh. in Japan. Bot. Mag. Tokyo, **62**: Nos. 729-730, 25-31. (Japanese)

Fujiyama, T. 1949. On the Asexual Reproduction and the Life-History of *Prasiola* (Ag.) Menegh. in Japan. Bot. Mag. Tokyo, **62**: Nos. 731-732, 57-61. (Japanese)

Gomori, G. 1952. Microscopic Histochemistry, 77-83.

Higashi, M. 1935. On the *Prasiola* Species in Japan. Jap. J. Limn., **5**: (2), 60-63. (Japanese)

Ichikawa, O. & Ogura, Y. 1954. Simplified Manufacture and Histochemical Use of the Schiff Reagent. Stain Tech., **29**: 9-11.

Ichikawa, O. & Ogura, Y. 1954. The Feulgen Reaction after Hydrolysis at Room Temperature. Stain Tech., **29**: 13-15.

Imhäuser, L. 1889. Entwicklungsgeschichte und Formkreis von *Prasiola*. Flora, **72**: 233. (Arbeiten aus dem Botanischen Institut zu Marburg)

Kützing, F. T. 1843. Phycologia Generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange, 167, 246, 295.

Kützing, F. T. 1845. Tabulae Phycologicae oder Abbildung der Tange, **5**.

Lagerheim, G. 1892. Über die Fortpflanzung von *Prasiola* (Ag.) Menegh. Ber. Deutsch. Bot. Ges., **10**: 366-374.

Migita, S. 1948. Studies on the Life History of *Prasiola japonica* Yatabe, (A Preliminary note, 1, 2), J. Jap. Bot., **62**: Nos. 3-4, Nos. 4-5. (Japanese)

Okada, Y. 1939. On a New *Prasiola* from Corea. J. Jap. Bot., **15**: (7). (Japanese)

Oltmanns, F. 1922. Morphologie und Biologie der Algen, **1**: 313-315.

Pearse, A. G. E. 1954. Histochemistry, 104-122, 425-426.

Setchell, W. A. and Gardner, N. L. 1920. Phycological Contributions-I, Univ. of California Publications in Botany, **7**: (9), 279-324.

West, G. S. 1916. Algae, **1**: 279-281.

Wille, N. 1900. Studien über Chlorophyceen. IV, V. Norsk. Vidensk. Selsk. Skrift., Mat.-nat. Kl. (6), 18-28.

Wille, N. 1902. Mitteilungen über einige von Borchgrevink auf dem antarktischen Festlande gesammelte Pflanzen, III. Nyt Mag. Naturvidensk, **40**: 209-21.

Yabe, Y. 1932. On the Sexual Reproduction of *Prasiola japonica* Yatabe, Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, **1**: 39-40.

Yatabe, R. 1891. A New Japanese *Prasiola*. Bot. Mag. Tokyo, **5**: (52).

Yuasa, A. 1940. Pyrenoid-Division in *Prasiola*. Bot. Mag. Tokyo, **54**: (641), 196-8. (Japanese)

(VII) EXPLANATION OF PLATES

Plate 1.

Figs. 1, 4. Fronds derived from zygotes which were made to attach to pebbles in March and cultured in the fish-pond till August. 2/5×

Fig. 2. Frond from the Shiba River, named "Shibakawa-nori". (in June). 2/5×

Fig. 3. Fronds from the Neo River, named "Midori-nori". (in July). 2/5×

Fig. 5. The perforated frond after liberation of aplanospores. (in the beginning of October). 1/2×

Plate 2. Gametangia and gametes.

Fig. 6. The sori of both macro- and microgametangia. 76×

Fig. 7. The same as Fig. 6; ma, macrogametangia; mi, microgametangia. 480×

Fig. 8. Liberation of the gametes from the frond. 76×

Fig. 9. Moving gametes; ma, macrogametes; mi, microgametes. 480×

Figs. 10, 11. Matured frond; es, empty space after liberating the gametes. 5/8×

Plate 3. Zygotes and their sporelings.

Figs. 12~15. Successive stages of zygotes in culture. (conjugated in November). 480×

Fig. 12. Zygotes immediately after attachment.

Fig. 13. Zygotes, three weeks old.

Fig. 14, 15. Zygotes, four weeks old.

Figs. 16, 17. Sporelings found in nature. 540×

Plate 4. Aplanospores and microscopic papillae.

Figs. 18, 19. Marginal part of the frond. 480×

Fig. 20. Formation of the aplanospores. (in August). 540×

Fig. 21. Marginal part of the frond showing formation of the aplanospores and the empty space of their discharge; es, empty space. (in August). 480×

Fig, 22. Sporeling in nature (in October). 480×

Fig. 23. Microscopic papillae (in August). 480×

Plate 5. Gametangia stained by Feulgen method.

Figs. 24, 25. Cross-section of the frond collected in February. 2500×

Fig. 24. Formation of the gametes.

Fig. 25. Matured gametangia.

Figs. 26, 27. Surface view of the same. 2500×

Fig. 26. Macrogametangia.

Fig. 27. Macro- and microgametangia.

ma, macrogametangia; mi, microgametangia; n, nuclei showing chromatins.

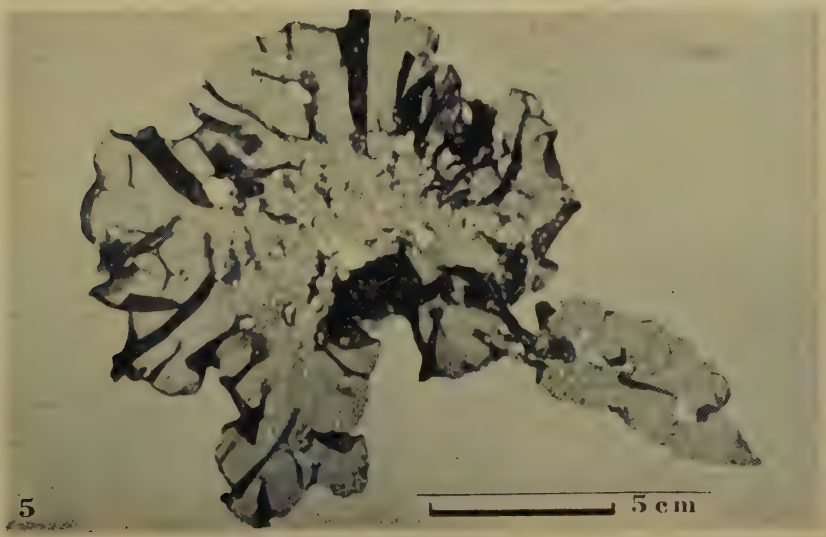
1

2

3

5 cm

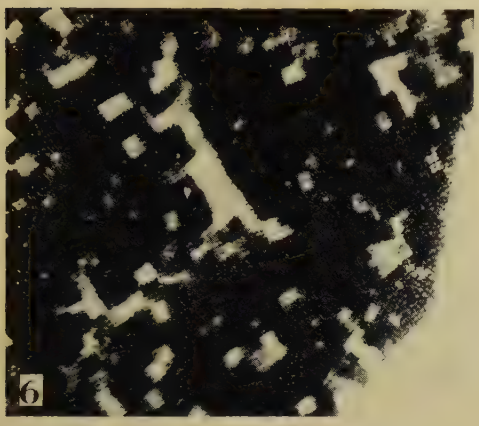
4

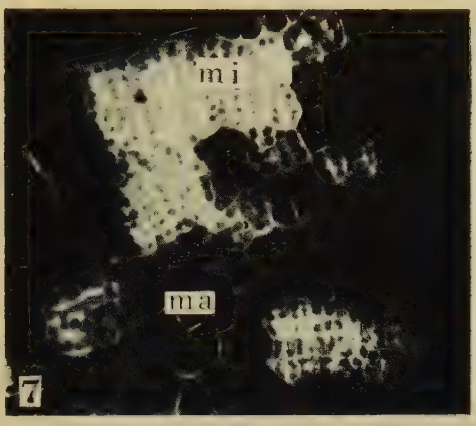


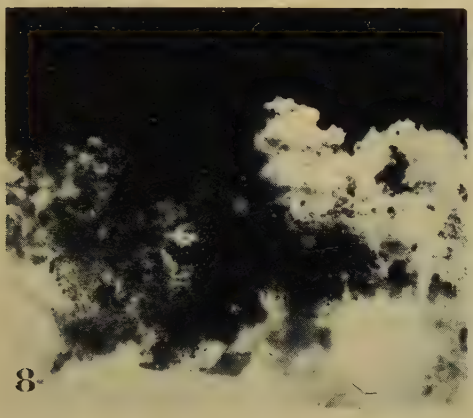
5

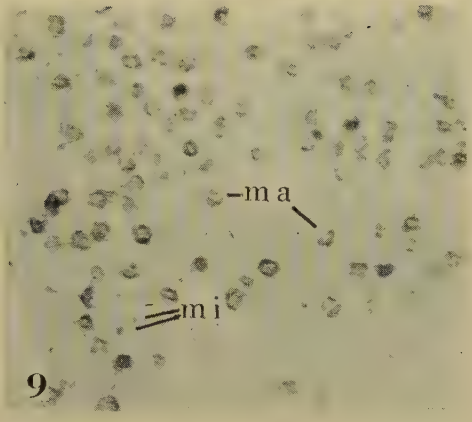
5 cm

FUJIYAMA: Life-History of *Prasiola japonica*

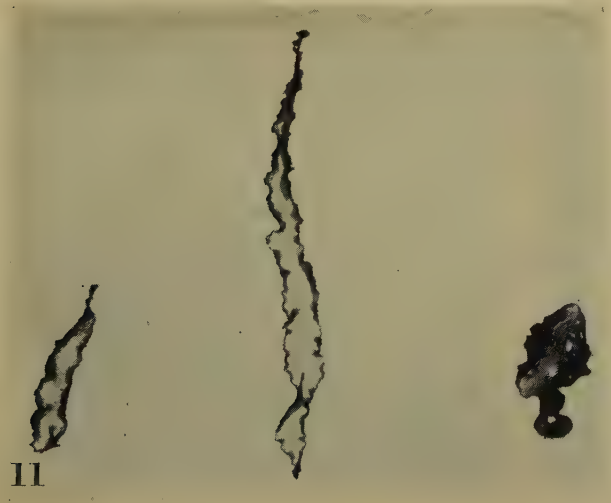






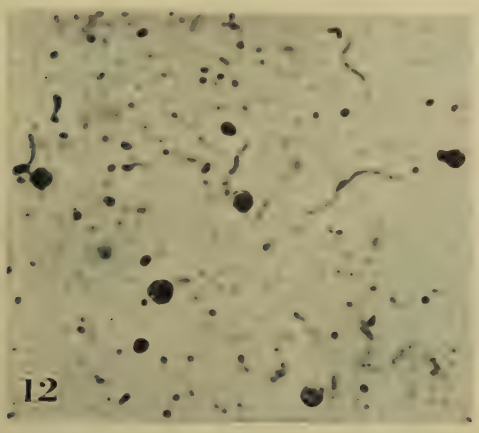


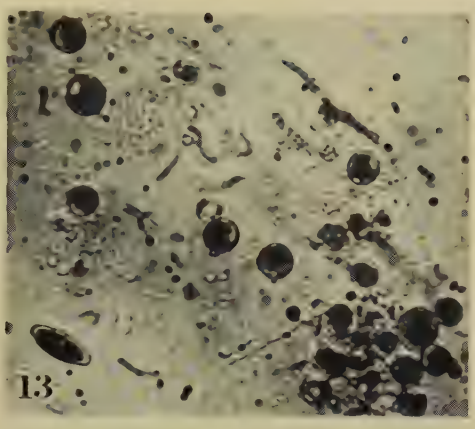
50μ

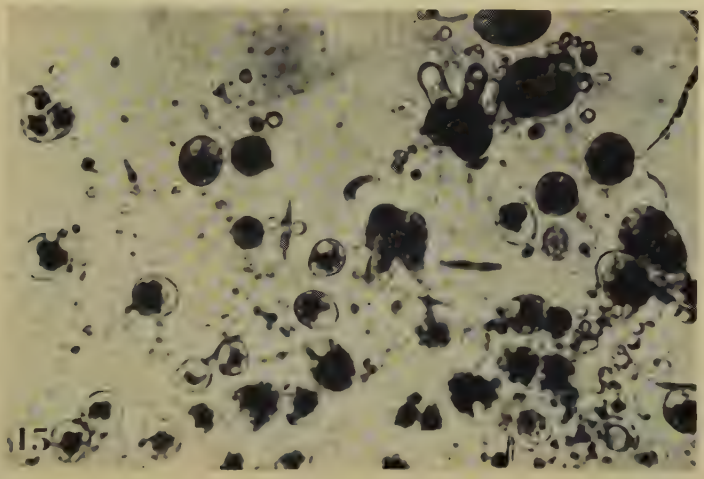


5cm

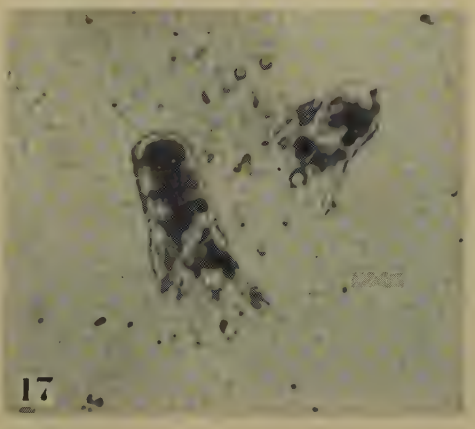
FUJIYAMA: Life-History of *Prasiola japonica*





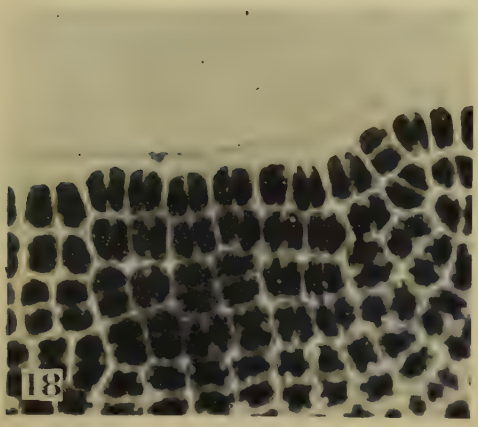


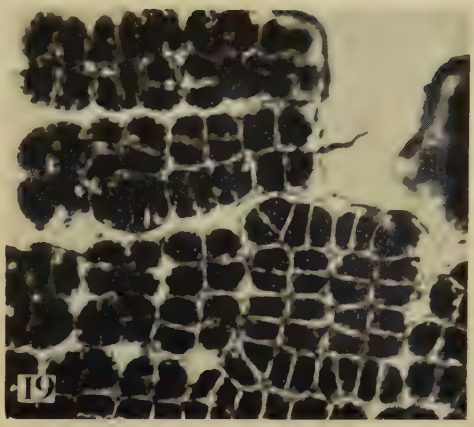
50μ

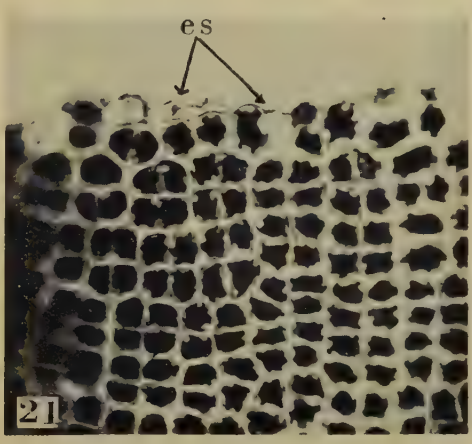


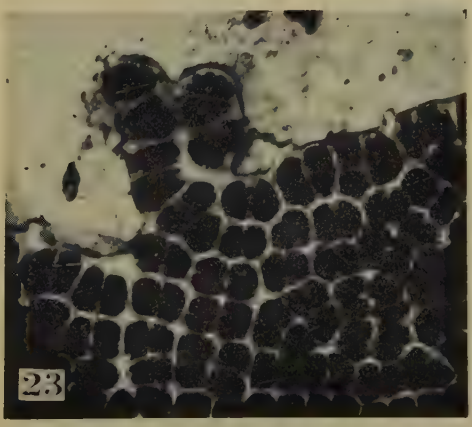
50μ

FUJIYAMA: Life-History of *Prasiola japonica*



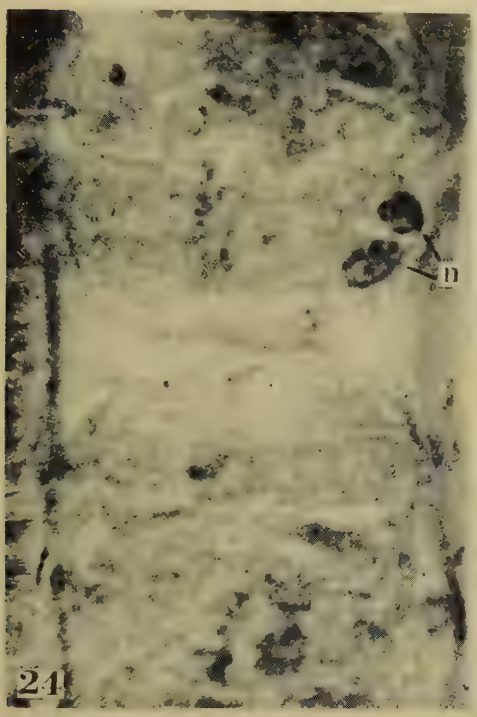


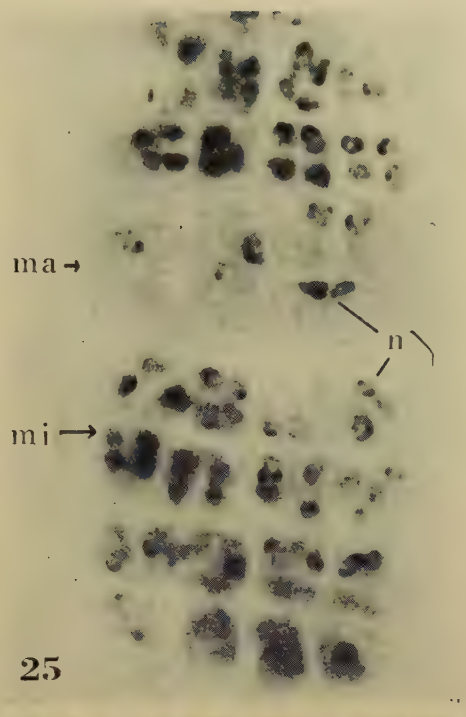


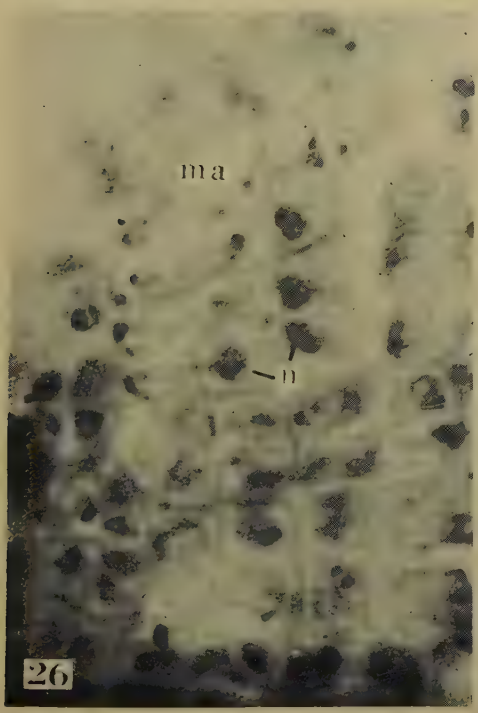


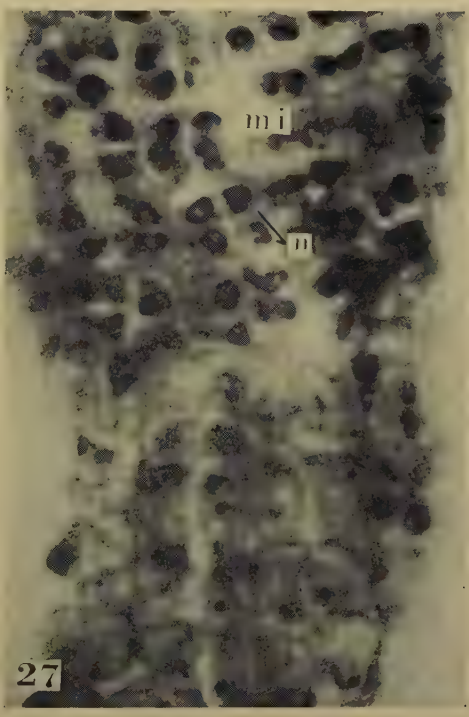
50μ

FUJIYAMA : Life-History of *Prasiola japonica*









10μ

FUJIYAMA: Life-History of *Prasiola japonica*

Studien über Vitamin C in Milch und Milchprodukten

Yuzo ANAGAMA

Institut für Tierzuchtlehre der Fakultät für Fischerei- u. Tierzuchtlehre an der Universität Hiroshima, Fukuyama, Japan

(Tabellen 1-33)

INHALTSVERZEICHNIS

(I) Einleitung 49
(II) Die Einflüsse der Rinderrassen, Individualität und Tage auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch 59
(III) Der Vitamin C Gehalt der Milch von F_1-Tier von Jersey ♀ × Holstein ♂ 62
(IV) Der Vitamin C Gehalt der Kolostrummilch 63
(V) Der Einfluss der Laktationszeit auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch 65
(VI) Jahreszeitliche Schwankungen des Vitamin C Gehaltes der Kuhmilch 66
(VII) Der Einfluss der Fütterung auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch 68
(VIII) Der Einfluss des Melkens auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch 71
(IX) Der Einfluss der Pasteurisierung und der Aufbewahrung auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch 72
(X) Der Einfluss des Lichtes und des Metalls auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch 76
(XI) Der Vitamin C Gehalt der Zentrifugenmagermilch 81
(XII) Der Vitamin C Gehalt der Trockenmilch 82
(XIII) Der Einfluss der Herstellungsmethoden auf den Vitamin C Gehalt der Trockenmilch 83
(XIV) Der Vitamin C Gehalt von gezuckerter Kondensmilch 86
(XV) Der Vitamin C Gehalt von ungezuckerter Kondensmilch ... 87
(XVI) Zusammenfassung 88
(XVII) Literaturverzeichnis 91

(I) EINLEITUNG

Für die Bestimmung des Vitamin C in Milch und Milchprodukten, wie bei anderen Nahrungsmitteln, ist an Stelle der bisher angewandten biologischen Methode die chemische Methode getreten. Da Vitamin C (Ascorbinsäure) ein

starkes Reduktionsvermögen hat und dasjenige der Nahrungsmittel mit ihrem Gehalt des Vitamin C gewöhnlich parallel geht, ist es möglich, durch Bestimmung dieses Reduktionsvermögens den Vitamin C Gehalt zu ermitteln. Hierzu verwendet man heute am meisten das Reagenz, 2,6-Dichlorphenolindophenol, denn dieser Farbstoff ist verhältnismässig wenig empfindlich gegen andere reduzierende Stoffe, wenn man bei saurer Reaktion schnell titriert.

Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung der Untersuchungen über den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch, die nach der biologischen Methode ausgeführt wurden.

Danach ist die Milchmenge, die zum Schutz gegen C-Avitaminose des Meerschweinchens nötig ist, 15–180 ccm. Da die Vitamin C Menge, die zum Schutz gegen C-Avitaminose eines Meerschweinchens nötig ist, nach WACHHOLDER (1936)[128] 0.5 mg pro Kopf und Tag beträgt, so wird der Vitamin C Gehalt der Kuhmilch als 0.3–3.3 mg in 100 ccm berechnet.

Nun gibt Tabelle 2 eine Zusammenstellung der Untersuchungen über den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch, die nach der chemischen Methode ausgeführt wurden.

Tabelle 1.

Autoren	Jahr	Milchmenge, die der Meerschweinchenschutzdosis gegen C-Avitaminose entspricht.
Cohen & Mendel[16]	1918	70 ccm
Chic, Hume & Skelton[14]	〃	100- 50
Barness & Hume[6]	1919	100-150
Hess & Unger[38]	〃	80
Hart, Steenbock & Smith[34]	〃	60- 95
Hart, Steenbock & Ellis[35]	1920	50- 80
Dutcher, Eckles, Dahle, Mead & Schaefer[20]	〃	20- 60
Olson & Copeland[89]	1924	15- 60
Oertel & Kieferle[87]	1925	45- 60
Blumenberg[10]	1926	60- 75
Reyher[101]	〃	20- 30
Kieferle & Zeiler[61]	〃	45
MacLeod[76]	1927	49
Gabathuler[23]	1931	40
Jung[54]	1932	50-100
Szlendakowa[122]	〃	75
Glanzmann[29]	1934	85-135
Rundberg[104]	〃	50
De Caro & Speier[19]	1935	180
Sugiura[117]	〃	20
Inoue & Sugiyama[51]	1936	64

Tabelle 2.

Autoren	Jahr	mg %
Schlemmer, Bleyer & Cahnmann[105]	1932	0.07-2.20
Bessey & King[8]	1933	1.0
Birch, Harris & Ray[9]	〃	1.9 -2.5
King & Waugh[64]	1934	1.0
Nakayama[82]	〃	2.0
Jacobsen[52]	1935	2.0 -3.0
De Caro & Speier[19]	〃	0.87
Renner[99]	〃	1.4 (Im Winter)
Kasahara[57]	〃	0.7 -3.3
Keimatu & Yamaguti[60]	〃	2.1 (Frisch)
		1.3 -1.5 (Handelsrohmilch)

FRYTAG[22]	1935	1.0 (Im Winter)
		2.5 -3.0 (Im Sommer)
RANGANATHAN[94]	»	0.4
CHAKRABORTY[12]	»	0.7
GHOSH & GUHA[28]	»	1.0
LEVY & FOX[72]	»	0.3 -1.1
TAKAI[123]	1936	0.4 -1.0 (Im Sommer)
		0.1 -1.0 (Im Winter)
NEUWEILER[84]	»	0.07–2.20
WACHHOLDER[128]	»	1.78
FERDINAND[21]	»	1.3 (Im Winter)
		1.1 (Im Frühjahr)
RASMUSSEN *et al.*[95]	»	1.48 (Brown Swiss)
		1.00 (Holstein)
HAAS & MEULEMANS[30]	»	2.0
MEULEMANS & HAAS[80]	»	1.5 -1.8
WHITNAH, RIDDELL & CAULFIELD[131]	»	2.6
RIDDELL *et al.*[103]	»	2.65 (Weidegang)
		2.58–2.68 (Stallfütterung)
KON & WATSON[68]	1937	2.17
WHITNAH & RIDDELL[132]	»	2.35 (Holstein)
		2.41 (Ayrshire)
		2.60 (Guernsey)
		2.92 (Jersey)
CORRENS[17]	»	0.85–2.89
PALLADINA & ANOSCHKINA[90]	»	1.65
RADEFF[91]	»	1.61–0.04
BAUMANN[7]	»	1.0 -1.6
KOREYASU[69]	1938	0 (Im Winter)
		2.2 (Im Sommer)
KROKER[70]	»	2.14 (Frisch)
		0.78 (Handelsrohmilch)
CULTRERA & BELLINI[18]	»	2.5 -3.0
CIMMINO[15]	»	2.0
TROUT & GJESSING[126]	1939	0.60 (Im Winter)
		1.05 (Im Frühling)
HOLMES, *et al.*	»	1.817 (Holstein)
		2.054 (Guernsey)
MARKUZE[78]	»	2.12
KIEFERLE & SEUSS[63]	»	1.4 (In Mai)
		2.3 (In Dezember)
WERDER & ANTENER[130]	»	1.0 -1.6
LOJANDER[75]	»	2.0
MIYAWAKI, MAENO & MIURA[81]	1940	1.44 (Holstein, im Sommer)
		1.43 (» , im Winter)
		2.01 (Guernsey, im Sommer)
		1.98 (» , im Winter)
INICHOW & LAWROWA[50]	»	0.1714–2.2722
JUNG[55]	»	2.0
RANDOIN & PERROTEAU[93]	1950	1.5 -2.8
HOLMES[44]	1951	0.38–0.63 (Handelsmilch)

Danach ist der Vitamin C Gehalt der Milch 0–3.3 mg in 100 ccm, mit den

Werten nach der biologischen Methode nahe übereinstimmend.

Es ist aus diesen Zahlenangaben klar, dass die einzelnen Ergebnisse über den Vitamin C Gehalt der Milch sowohl nach der chemischen Methode als auch nach der biologischen Methode ziemlich verschieden sind. Die Erklärung dafür ist darin zu suchen, dass der Vitamin C Gehalt der Milch von Rinderrassen, Individualität, Tagesschwankungen, Fütterung, Art des Melkens, Behandlungsweise der Milch, Zeit nach dem Melken und Bestimmungsmethoden usw. abhängig sein mag. Es ist leicht anzunehmen, dass der Vitamin C Gehalt der Milchprodukte noch grössere Unterschiede zeigt, weil die Verarbeitungsmethoden nicht gleich sind.

Die vorliegende Arbeit berichtet über die Ergebnisse der Versuche nach der chemischen Methode über die Faktoren, die den Vitamin C Gehalt der Milch beeinflussen, und über den Vitamin C Gehalt der Milchprodukte.

Nun wollen wir auf die Literatur einen Blick werfen :

Einfluss der Rinderrassen

In Tabelle 2 kann man den Unterschied des Vitamin C Gehaltes der Milch bei verschiedenen Rinderrassen sehen. Ausserdem berichtete SUGIURA [118] (1935), dass der Vitamin C Gehalt der Milch nach der Rinderrasse verschieden war und zwar bei russischer Rasse am reichsten, bei chinesischer Rasse darauffolgend und bei Holstein am wenigsten. Es ist bedeutungsvoll in dieser Frage, dass nach GARRETT, TUCKER & BUTTON [25] (1938) es eine positive Wechselbeziehung zwischen dem Karotingehalt der Milch und dem Ascorbinsäuregehalt der Milch gibt.

Einfluss der Individualität

RASMUSSEN *et al.*[95] (1936) bemerkten den Unterschied des Vitamin C Gehaltes der Milch bei verschiedenen Individuen, und WHITNAH & RIDDELL [132] (1937) sagten, dass der individuelle Unterschied grösser als der nach Rinderrasse war.

Einfluss der Tagesschwankung

WHITNAH & RIDDELL [132] (1937) sagen, dass der Vitamin C Gehalt der Milch von Tag zu Tag bedeutend variiert, dass man nach nur einer Bestimmung von dem Vitamin C Gehalt der Milch einer Kuh oder einer Herde nicht sprechen kann.

Der Vitamin C Gehalt der Kolostrummilch

MIYAWAKI, MAENO & MIURA [81] (1940) berichteten, dass der Vitamin C Gehalt der Kolostrummilch bei verschiedenen Individuen grossen Unterschied zeigte, und dass der Vitamin C Gehalt bei Kolostrummilch gering war, nachher

grösser wurde und nach ca. einem Monat den normalen Wert erreichte.

Einfluss der Laktationszeit

RASMUSSEN *et al.*[95] (1936) berichteten, dass der Vitamin C Gehalt der Milch in der Frühzeit der Laktation grösser war und nach ca. 2 Monaten der kleinste wurde und nachher sich wieder vermehrte, in der späten Zeit der grösste werdend. WHITNAH & RIDDELL [132] (1937) fanden, dass in dem ersten Monat der Laktation der Vitamin C Gehalt ca. 10 % kleiner als in den folgenden Monaten war. Nach VARMA *et al.*[127] (1947) war der Vitamin C Gehalt der Milch der geringste in dem ersten Monat der Laktation.

Jahreszeitliche Schwankungen des Vitamin C Gehaltes der Kuhmilch

Nach WHITNAH & RIDDELL [132] (1937) vermehrte sich der Vitamin C Gehalt der Milch von Oktober bis Dezember, verminderte sich im Januar und Februar und vermehrte sich wieder im März. Sie sagten, dass die Verminderung des Vitamin C Gehaltes im Januar und Februar vielleicht auf den Mangel an Bewegungen der Kühe und an Sonnenlicht bei Winterstallfütterung zurückzuführen war. Aber dieser Versuch wurde nur von Oktober bis April ausgeführt. Nach HOLMES *et al.*[45] (1939) war der Vitamin C Gehalt der Milch im Oktober und November und im Februar der höchste und im Mai der niedrigste. Nach KIEFERLE & SEUSS [63] (1939) war er im Dezember der höchste und im Mai der niedrigste.

Einfluss der Fütterung

HART, STEENBOCK & ELLIS [35] (1920) fanden, dass es bei Weidefütterung im Sommer 50 ccm Milch, bei Trockenfütterung im Winter 100 ccm Milch und bei Trockenfütterung mit Silage im Winter 75 ccm Milch bedurfte, um Meerschweinchen vor Skorbut zu schützen. DUTCHER *et al.*[20] (1920/21) fanden in Wintermilch nur 1/3 der Wirksamkeit der Sommermilch. HESS, UNGER & SUPPLEE [39] (1920/21) sagten, dass der Vitamin C Gehalt der Milch stark zurückging, wenn die Tiere mit vitamin C-armer Ration gefüttert wurden. LOEWY [73] (1925) berichtet, dass die Wintermilch Vitamin C fast gar nicht enthält. SEELEMANN & HADENFELD [109] (1925, 1926) sagen, dass die Sommermilch etwas mehr Vitamin C als die Wintermilch enthält. REYHER [101] (1926) zeigt, dass im Verlauf der Winterfütterung die Milch als vitamin C-arm anzusehen ist, und dass ihr Vitamin C Gehalt um so geringer wird, je länger die Winterfütterung andauert. Er zeigt auch, dass bei geeigneter Fütterung, insbesondere bei Zugabe von Grünfutter, vor allem von Grünkohl, auch im Winter vitamin C-reiche Milch erzielt werden kann. Hierzu scheint ganz besonders wiederum das eingesäuerte Grünfutter geeignet zu sein, wofür OLSON & COPELAND [89] (1924), OERTEL & KIEFERLE [87] (1925), MACLEOD [76] (1927)

und INICHO & LAWROWA [50] (1940) die Beweise erbrachten.

Nach NASSAU & POGORSCHELSKY [83] (1925) und SUDHOLT [116] (1929) enthält auch bei Ziegenmilch die Sommermilch mehr Vitamin C als die Wintermilch.

Alle diese Versuche wurden nach der biologischen Methode ausgeführt, und neuerdings gibt es Versuche nach der chemischen Methode, welche darauf hinweisen, dass die Sommermilch mehr Vitamin C als die Wintermilch enthält. Nach TAKAI [123] (1936) ist der Vitamin C Gehalt der Milch 0.4–1.3 mg/100 ccm im Sommer und 0.1–1.0 mg/100 ccm im Winter, nach KOREYASU [69] (1938) ist er 2.2 mg/100 ccm im Sommer und Null im Winter. und nach FRYTAG [22] (1935?) 2.5–3.0 mg/100 ccm im Sommer und 1.0 mg/100 ccm im Winter.

Dagegen sagen HUGHES *et al.*[47] (1921), dass die Fütterung den Vitamin C Gehalt der Milch nicht beeinflusst, und HUGHES *et al.*[48] (1927) fanden selbst nach 3 jähriger Fütterung mit vitamin C–armer Ration eine gewisse Menge Vitamin C in der Milch; und sie schliessen, dass das Vitamin C, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, von den Kühen synthetisiert werden kann. Neuerdings berichten die meisten Autoren, welche ihre Versuche nach der chemischen Methode ausgeführt haben, dass der Vitamin C Gehalt der Milch durch die Fütterung gar nicht oder nur sehr schwach beeinflusst wird. SCHLEMMER, BLEYER & CAHNMANN [105] (1932) und JACOBSEN [52] (1935) sagten, dass beim Übergang von der Winterfütterung zum Weidegang kein nennenswerter Anstieg in Vitamin C Gehalt der Milch stattfand. RIDDELL, WHITNAH & HUGHES [102] (1935) und RIDDELL *et al.*[103] (1936) bestätigen, dass der Vitamin C Gehalt der Milch durch die Fütterung nicht beeinflusst wird. Nach KON & WATSON [68] (1937) ist der Vitamin C Gehalt der Milch bei Stallfütterung 2.06–2.37 mg/100 ccm und bei Weidefütterung 2.06–2.35 mg/100 ccm. REEDMANN [98] (1937), CULTRERA & BELLINI [18] (1938), KROKER [70] (1938) und HOLMES *et al.*[45] (1939) sagen, dass die Fütterung den Vitamin C Gehalt der Milch nicht wesentlich beeinflusst. WENDT [129] (1938) sah, dass weder vitamin C–reiches Futter noch Einspritzung von 1,000 mg Vitamin C pro Tag den Vitamin C Gehalt der Milch erhöhte, und daraus schloss er, dass Vitamin C in der Milch durch Euterparenchym synthetisiert wurde. GARRETT, ARNOLD & HARTMAN[26] (1940) berichteten, dass, soweit es Rübenschnitzel, Maissilage und Grassilage betrifft, kein Futter den Vitamin C Gehalt der Milch beeinflusste. MAENO [77] (1942) sagte, dass der Vitamin C Gehalt der Milch im Sommer und im Winter nicht verschieden war und dass beim raschen Übergang von der Winterfütterung zum Weidegang der Vitamin C Gehalt der Milch sich vermehrte, aber dass dies eine momentane Erscheinung war und er später sich wieder verringerte.

Zum Schlusse sei hinzufügt, dass nach KIEFERLE & EISENREICH [62] (1933)

und KIEFERLE & SEUSS [63] (1939) die Wintermilch mehr Vitamin C als die Sommermilch enthält.

Einfluss des Melkens

KROKER [70] (1938) sagte, dass Morgenmilch einen etwas geringeren Prozentgehalt an Vitamin C als Abendmilch enthielt. MIYAWAKI, MAENO & MIURA [81] (1940) berichteten, dass Vitamin C Gehalt der Milch sowohl zwischen Anfangsmilch und Endmilch bei ein und demselben Melken als auch in Abendmilch, Mittagsmilch und Morgenmilch nicht verschieden war.

Einfluss der Pasteurisierung

Die Erhitzung der Milch spielt hierbei eine wichtige Rolle. Schon gewöhnliches kurzes Aufkochen der Milch hat eine Zerstörung zur Folge. HAAS & MEULEMANS [30] (1936) sagten, dass durch das Aufkochen der Milch ihr Vitamin C Gehalt 5–10 % zerstört wurde. BARNES & HUME [6] (1919) fanden diese Zerstörung zu etwa 25 %, wenn sie die Milch kurz aufkochten und an der Luft erkalten liessen. KEIMATU & YAMAGUTI [60] (1935) sagten, dass durch Aufkochen von 5 Minuten bei 100°C der Milch ihr Reduktionsvermögen unverändert blieb.

Die durch Pasteurisierung von 30 Minuten bei 63°C zerstörte Vitamin C Menge ist nach BESSEY & KING [8] (1933) etwa 60 % und nach INOUE & SUGIYAMA [51] (1936) etwa 30 %.

ANDERSON *et al.*[2] (1921), OLSON & COPELAND [89] (1924), BLUMENBERG [10] (1926), SELIGMANN, BORINSKI & NEUMARK [110] (1926), KIEFERLE & EISENREICH [62] (1933), SCHLEMMER, BLEYER & CAHNMANN [105] (1932), KING & WAUGH [64] (1934), WHITNAH, RIDDELL & CAULFIELD [131] (1936), HAAS & MEULEMANS [30] (1936) und KROKER [70] (1938) berichteten, dass die Dauerpasteurisierung von 30 Minuten bei 63°C ein viel schwerer Eingriff als die Kurzzeithochpasteurisierung war.

SUDHOLT [116] (1929) sagte, dass bei Ziegenmilch eine Dauerpasteurisierung von 30 Minuten bei 63°C schädicher wirkte als eine solche von 15 Minuten bei 85°C, umgekehrt wie bei der Kuhmilch.

Nach SEELEMANN & HADENFELD [109] (1925, 1926) konnte weder die kurzgekochte Milch noch die dauerpasteurisierte Milch den Meerschweinchenskorbut verhüten. Dagegen berichtete KOREYASU [69] (1938), dass weder die Dauerpasteurisierung noch die Hochpasteurisierung von 20 Minuten bei 100°C den Vitamin C Gehalt der Milch wesentlich beeinflusste.

Nach NOBEL [85] (1920) ist die Hitzewirkung auf das Vitamin C nicht von so ausschlaggebendem, zerstörendem Einfluss, wie man dies bisher angenommen hat, und durch 1 stündiges Erhitzen der Milch auf 100°C werden die Vitamine

nicht zerstört.

Einfluss der Aufbewahrung

JACOBSEN [52] (1935) berichtete, dass das Vitamin C der Milch während der ersten 24 Stunden verhältnismässig dauerhaft war. WHITNAH, RIDDELL & CAULFIELD [131] (1936) sagten, dass sowohl frische Milch als auch hochpasteurisierte Milch, wenn sie mit Kupfer nicht in Berührung kamen, 35 Stunden ohne grosse Verluste von Vitamin C aufbewahrt wurden, dagegen bei dauerpasteurisierter Milch der Verlust erheblich war. Nach WACHHOLDER [128] (1936) trat ein ganz erheblicher, bis über 50 % betragender Verlust ein, schon nach 6–8 stündigem Stehenlassen, trotz Kühle und Dunkelheit.

Nach HAND [31] (1943) war der Verlust des Vitamin C 2.1 mg/L. pro Tag während der Aufbewahrung der Milch bei 1°C.

SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) sagten, dass ein Aufbewahren von Milch mit Luftabschluss und im Kühlraum für die Konservierung von Vitamin C am meisten geeignet war und dass in gekochter Milch mehr Vitamin C als in Rohmilch enthalten war. KEIMATU & YAMAGUTI [60] (1935) sagten auch so. SHARP [112] (1936) berichtete, dass während der Aufbewahrung der Milch Vitamin C zerstört wurde und dass die Zerstörung durch Ascorbinsäureoxydase befördert wurde, und dass dieses Enzym durch Erhitzung von 30 Sekunden bei 77°C zerstört wurde.

Einfluss des Lichtes

Dass die Ultraviolettbestrahlung der Milch eine Zerstörung des Vitamin C herbringt, war schon von REYHER [100] (1926), SCHULTZ [107] (1929) und SUPPLEE & DOW [121] (1931) berichtet worden, und 1933 fanden MATTICK & KON,[79] dass das Sonnenlicht auch Vitamin C in der Milch zerstörte, und BOOTH & KON [11] (1934) berichteten, dass das Sonnenlicht Vitamin C in der Milch reversibel oxydierte. LOJANDER [71][75] (1935, 1939) sagte, dass durch die 30 Minuten lange Bestrahlung des direkten Sonnenlichtes Vitamin C in 1 Liter Milch von 10.8 mg zu 4.3 mg abnahm und bei diffusem Licht in 5 facher Zeit diese Abnahme gemacht wurde und dass die Wirkung in gekochter Milch schädlicher als in Rohmilch war.

KON & WATSON [67] (1936) berichteten, dass durch 30 Minuten lange Bestrahlung des direkten Sonnenlichtes Vitamin C in der Milch von 1.95 mg % zu Null abnahm, und dass der Strahl mit langer Wellenlänge verhältnismässig wenig Vitamin C zerstörte, und zwar der Strahl mit der Wellenlänge von mehr als 589 mμ auf das Vitamin C in der Milch keine Wirkung ausübte, dagegen der Strahl mit kurzer Wellenlänge, insbesondere die Ultraviolettstrahlen es ausserordentlich zerstörten, und dass diese Wirkung des Strahles nur in An-

wesenheit des Sauerstoffes stattfand, und dass, da die reversibele Oxydation durch den Strahl sowohl in Rohmilch als auch in gekochter Milch geschah, das Enzym in diesem Oxydationsprozess keine Rolle spielte, und dass diese Wirkung des Strahles sowohl in Vollmilch als auch in Magermilch stattfand.

KROKER [70] (1938) sagte, dass schon diffuses Tageslicht in 6 Stunden alle reduzierte Ascorbinsäure zerstörte und bei Sonnenlicht diese Oxydation bei kleinen Milchmengen schon in wenigen Minuten vor sich ging und dass rote und braune Glasflaschen das Vitamin C in der Milch fast völlig vor Schädigung durch das Licht bewahren konnten.

MIYAWAKI *et al.*[81] (1940) berichteten, dass die Wärme diese Wirkung des Strahles beschleunigte und dass die Wirkung in Rohmilch schädlicher als in pasteurisierter Milch war und dass der künstliche Strahl auch Vitamin C in der Milch zerstörte und zwar der Störungsgrad mit der Lichtstärke fast proportional zu sein schien.

Nach HERREID *et al.*[37] (1952) war der Zerstörungsgrad des Vitamin C der Milch in rubinroter Glasflasche durch die 1 Stunde lange Bestrahlung des Sonnenlichtes nur 5 % im Winter und 17 % im Sommer.

Nun gibt es einige interessante Berichte in Zusammenhang mit dieser Frage. Nach HAND *et al.*[32] (1938) wird das Vitamin C in der Milch nur in Anwesenheit von Lactoflavin photochemisch oxydiert, und RASMUSSEN *et al.*[96] (1938) sagten, dass die durch Sonnenbestrahlung zerstörte Menge des Vitamin C in Stutenmilch nicht so gross als in Kuhmilch war und es vielleicht dadurch zu erklären war, dass Stutenmilch weniger Lactoflavin als Kuhmilch enthielt.

Einfluss des Metalls

HESS [40] (1921) berichtete, dass die Dauerpasteurisierung in Kupferware mehr antiskorbutischen Wert als eine solche in Glasware zerstörte und dass die in Kupferware erhitzte Milch 3–4 mg/L Cu enthielt. HESS & UNGER [42] (1921) und HESS & WEINSTOCK [43] (1924) sagten, dass Kupfer hier katalytisch wirkte und die Zerstörung des antiskorbutischen Wertes beschleunigte. Nach SCHWARZE, MURPHY & COX [108] (1931) ist die durch Dauerpateurisierung zerstörte Menge des Vitamin C bei Aluminiumware 20–40 % und bei Kupferware 80–90 %. SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) sagten, dass Kupfer und Silber das Vitamin C in der Milch zerstörte, aber bei Nickel, Chrom und Aluminium ein schädlicher Einfluss nicht festgestellt wurde.

KIEFERLE & EISENREICH [62] (1933), JACOBSEN [52] (1935), GÉNIN [27] (1935) und SHARP [112] (1936) berichteten, dass Kupfer bei der Oxydation in der Milch sehr stark katalytisch wirkte. Nach WHITNAH *et al.*[131] (1936) nimmt durch Fütterung von kleiner Menge Kupfer an die Milchkuh die Stabilität von Vitamin C in der Milch ab, aber bei Eisen, Chrom und Nickel ist die schädliche

Wirkung sehr klein.

Vitamin C Gehalt der Magermilch

SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) berichteten, dass der Vitamin C Gehalt der Magermilch fast gleich dem der Vollmilch war. Nach WERDER & ANTENER[120] (1939) ist der Vitamin C Gehalt der Magermilch ganz gleich dem der Vollmilch, und nach REEDMANN [98] (1937) enthält Magermilch Vitamin C im Durchschnitt 2.5 mg/100 ccm.

Vitamin C Gehalt der Trockenmilch

BARNESS & HUME [6] (1919) berichteten, dass der Vitamin C Gehalt des Walzenpulvers nur ca. halb so gross wie der der Milch war.

HART, STEENBOCK & ELLIS [35] (1921) fanden die Unterschiede entsprechend dem Herstellungsprozess und waren der Meinung, dass das Zerstäubungsverfahren grössere Verluste bedingt als die Walzentrocknung. Hierfür treten auch JEPHCOTT & BACHARACH [53] (1921), SUPPLEE & DOW [121] (1926) und SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) ein. CAVANAUGH. DUTCHER & HALL [13] (1923) fanden dagegen solche Trockenmilch fast unverändert antiskorbutisch wirksam.

RENNER [99] (1935) untersuchte nach der chemischen Methode und fand, dass der Vitamin C Gehalt der Trockenmilch des Handels 4.2–7.8 mg % war, und dass es keinen Unterschied zwischen dem Vitamin C Gehalt des Walzenpulvers und dem des Zerstäungspulvers gab. KASAHARA [57] (1935) ist derselben Meinung mit ihm, und nach ihm [56] ist der Vitamin C Gehalt der Trockenmilch des Handels 3–14 mg %.

Nach HENRY *et al.*[36] (1939) ist der Verlust des Vitamin C bei Zerstäubungspulver 20 % und bei Walzenpulver 30 %.

Vitamin C Gehalt der Trockenmilch ist nach KEIMATU & YAMAGUTI [60] (1935) 1.0–3.8 mg %, nach NAKAYAMA [82] (1934) 1 mg % und nach TOMOI & TOMITA [125] (1937) 7.4 mg %.

Vitamin C Gehalt von gezuckerter Kondensmilch

HUME [49] (1921) fand bei der Untersuchung von gezuckerter Kondensmilch an Affen keine Veränderung der antiskorbutischen Wirksamkeit gegenüber Frischmilch. Auch HESS [41] (1921) fand in solcher Milch noch hohen antiskorbutischen Wert. LESNÉ & VAGLIANO [71] (1924) fanden bei der Untersuchung am Meerschweinchen, dass die Kondensmilch selbst 15 Monate nach der Herstellung den antiskobutischen Wert hatte. BAKKE & ASCHEHOUG [5] (1929) fanden, dass Vitamin C in der Frischmilch während der Herstellung der Kondensmilch nicht erheblich zerstört wurde.

SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) berichteten, dass Kondensmilch ca. 65 % vom Vitamin C der Frischmilch enthielt und dass durch Zucker vielleicht die Oxy-

dation von Vitamin C verhüten wurde.

Vitamin C Gehalt von gezuckerter Kondensmilch ist nach NAKAYAMA [82] (1934) 1.0 mg %, nach KASAHARA [56] (1935) 1.1–6.1 mg %, nach KEIMATU & YAMAGUTI [60] (1935) 1.4–2.2 mg %, nach SCHMID [106] (1937) 1.435 mg % und nach TOMOI & TOMITA [125] (1937) 2.6 mg %.

Vitamin C Gehalt von ungezuckerter Kondensmilch

Der Verlust von Vitamin C der Milch bei der Herstellung von ungezuckerter Kondensmilch ist nach HART *et al.*[34] (1918/1919) ca. 40 %, nach SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) ca. 85 % und nach HENRY *et al.*[36] (1939) 30%.

Vitamin C Gehalt von ungezuckerter Kondensmilch ist nach KEIMATU & YAMAGUTI [60] (1935) 0.7–1.8 mg %, nach SCHMID [106] (1937) 1.149 mg % und nach TOMOI & TOMITA [125] (1937) 1.4 mg %.

(II) DIE EINFLÜSSE DER RINDERRASSEN, INDIVIDUALITÄT UND TAGE AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER KUHMILCH

I. MATERIAL

Die Versuche wurden ausgeführt an einer Gruppe von Kühen der Holstein- und Guernseyrassen, welche in der Zweiten Farm der Hokkaido Universität gehalten wurden, und mit Weizenkleie, Reismehl, Malzkeim, Gerstenmehl, Sojakuchen, Leinsamenkuchen, Kokoskuchen, Grünrotklee, Grüntimothee, Futterkalzium und Futtersalz gefüttert wurden.

Zur Ermittelung des Einflusses der Rinderrassen wurden die Milchproben je aus der gemischten Milch (Morgenmilch) von 29 Kühen der Holsteinrasse und von 8 Kühen der Guerseyrasse entnommen und innerhalb 1 Stunde zur Analyse verwendet, in der Zeit von 9. Juni bis 13. Juli 1938. Die Alter und die Laktationsperioden dieser Kühe waren verschieden, und sie wurden gleich gefüttert und gepflegt.

Zur Ermittelung des Einflusses der Individualität wurden Milchproben aus der einzelnen Milch (Morgenmilch) von 3 Kühen der Holsteinrasse und von 3 Kühen der Guernseyrasse entnommen und innerhalb 1 Stunde zur Analyse verwendet, in der Zeit von 14. bis 18. Juli bei Holsteinrasse und von 19. bis 23. Juli 1938 bei Guernseyrasse. Diese Kühe wurden gewählt, wie sie an Alter und Laktationsperioden möglichst gleich waren. Ihre Geburtstage und Abkalbezeiten waren wie folgt:

Rasse	Kuh	Geboren am	Abgekalbt am
Holstein	Nr 379	8. Mai, 1935	30. Juli, 1937
	Nr 380	13. Juni, 〃	16. 〃, 〃
	Nr 383	4. 〃, 〃	30. Aug., 〃
Guernsey	Nr 252	9. Aug., 1934	29. Apr., 1938
	Nr 254	20. März, 1935	12. Jan., 〃
	Nr 256	30. Nov., 〃	11. Juni, 〃

II. METHODE

Die Bestimmung von Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

Erforderliche Reaktive:

1) 20 % Sulfosalicylsäure.

2) etwa 0.01 N–Lösung von Dichlorphenolindophenol mit genau festgestelltem Titer: man erhält die Lösung auf folgende Weise: 0.15–0.20 g des Farbstoffes werden mit etwas gewärmtem dest. Wasser begossen. Es wird umgerührt, damit sich ein Teil der Farbe auflöst. Danach setzt man noch Wasser zu, bis die Flüssigkeit 500 ccm beträgt. Die Lösung lässt man über Nacht stehen und filtriert sie am nächsten Tage. Der genaue Titer der filtrierten Lösung wird bestimmt. Dieses geschieht, indem man die Lösung mit Vitamin C–Lösung von bekannter Konzentration titriert. Letztere erhält man durch Auflösen von 50 mg Vitamin C im 250 ccm Wasser und durch nachfolgendes Filtrieren. Man nimmt 10 ccm dieser Lösung, gibt sie in eine weisse Porzellanschale, säuert sie mit 1 % Essigsäure und titriert sie vermittels einer gewöhnlichen Bürette mit Lösung von Dichlorphenolindophenol. Unmittelbar nach oder vorher wird der genaue Inhalt des Vitamin C in dieser Lösung bestimmt. Dieses geschieht, indem 50 ccm der Lösung, die mit Essigsäure angesäuert worden sind, mit N/100–Jodlösung titriert werden. Es ist bekannt, dass in saurer Lösung 1 mol Vitamin C mit 2 Atomen Jod reagiert; folglich kann man aus der verbrauchten Jodlösungsmenge leicht die Menge des Vitamin C berechnen. Hieraus erfährt man wiederum, wieviel Milligramm Vitamin C in 10 ccm Vitaminlösung vorhanden waren. Auf diese Weise stellen wir den genauen Titer der Dichlorphenollösung fest, indem wir ausrechnen, wieviel Milligramm Vitamin C 1 ccm der Lösung entsprechen.

3) gesättigte wässerige Lösung von Natriumacetat.

Ausführung der Bestimmung:

Man nimmt 25 ccm von der Milch und tut sie in einen Erlenmeyerkolben. Danach fügt man 5 ccm 20 % Sulfosalicylsäure hinzu und rührt um. Dann

setzt man noch 20 ccm dest. Wasser zu, und nach gutem Umrühren filtriert man durch ein Faltenfilter. Man nimmt 20 ccm (die 10 ccm Milch entsprechen), tut sie in ein weisses Porzellanschälchen, das am besten das Unterscheiden der Farbe zulässt, fügt noch 0.5 ccm Natriumacetat hinzu und titriert mit dem Farbstoff, unter unaufhörlichen Umrühren, bis eine schwachrosa Färbung auftritt. Man arbeitet mit einer Mikrobürette von 3 ccm Inhalt. Das Titrieren muss innerhalb von 1–2 Minuten ausgeführt werden.

III. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Die Ergebnisse der Untersuchungen von 70 gemischten Milchproben der 2 Rinderrassen sind in Tabelle 3 und die von 30 einzelnen Milchproben der 2 Rinderrassen in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 3. Vitamin C Gehalt der gemischten Milch von Holstein- und Guernseyrasse (mg/100 ccm)

Tag	Holstein	Guernsey	Tag	Holstein	Guernsey
9 Juni	1.70	2.37	28	1.63	2.09
10	1.59	2.38	29	1.64	2.18
11	1.46	2.37	30	1.23	2.33
12	1.69	2.62	1/Juli	1.51	2.14
13	1.79	2.51	2	1.62	2.30
14	1.90	2.53	3	1.44	2.22
15	1.57	2.21	4	1.62	2.24
16	1.72	2.45	5	1.71	2.03
17	1.78	2.59	6	1.67	2.39
18	1.77	2.57	7	1.73	2.26
19	1.65	2.36	8	1.71	2.25
20	1.61	2.38	9	1.56	2.35
21	1.74	2.42	10	1.65	2.51
22	1.71	2.51	11	1.70	2.32
23	1.65	2.34	12	1.78	2.14
24	1.50	2.25	13	1.70	2.31
25	1.54	2.40			
26	1.73	2.37			
27	1.59	2.37	Durchschnitt	1.64	2.34

Aus Tabelle 3 ist es ersichtlich, dass der Vitamin C Gehalt der Milch von Holsteinrasse 1.90 mg als Maximum, 1.23 mg als Minimum und 1.64 mg im

Tabelle 4. Vitamin C Gehalt der einzelnen Milch von Holstein- und Guernseyrasse (mg/100 ccm)

Rasse	Tag	Kuh			Rasse	Tag	Kuh		
		Nr 379	Nr 380	Nr 383			Nr 252	Nr 254	Nr 256
	14. Juli	1.92	1.83	1.61		19	2.35	1.93	1.77
	15	2.00	1.87	1.67		20	2.54	2.03	2.03
	16	1.92	1.90	1.65		21	2.51	1.97	1.92
Holstein	17	1.98	1.95	1.66	Guernsey	22	2.53	2.03	1.98
	18	2.01	2.02	1.60		23	2.53	2.23	2.14
	Mittel	1.96	1.91	1.63		Mittel	2.49	2.03	1.96

Durchschnitt in 100 ccm, und der der Milch von Guernseyrasse 2.62 mg als Maximum, 2.03 mg als Minimum und 2.34 mg im Durchschnitt in 100 ccm ist, in der Zeit von Anfang Juni bis Mitte Juli, und dass daher Vitamin C Gehalt der Milch von Rinderrassen abhängig ist.

Aus Tabelle 4 ist es ersichtlich, dass sowohl bei Holsteinrasse als auch bei Guernseyrasse der Vitamin C Gehalt der Milch von Individualität abhängig ist. Und es ist auch ersichtlich aus Tabellen 3 und 4, dass sowohl bei der gemischten Milch als auch bei einzelnen Milch der Vitamin C Gehalt von Tag zu Tag verschieden ist.

(III) DER VITAMIN C GEHALT DER MILCH VON F_1–TIER VON JERSEY ♀ × HOLSTEIN ♂

I. MATERIAL UND METHODE

Der Versuch wurde ausgeführt an Milchproben aus der einzelnen Milch (Abendmilch) von 4 Kühen der Jerseyrasse und von 2 Kühen F_1 von Jersey ♀ × Holstein ♂, welche in der Ersten Farm der Obihiro Landwirtschaftlichen Hochschule gehalten wurden.

Die Geburtstage, Abkalbezeiten und Abstammung der Kühe sind wie folgt:

Rasse	Kuh	Geboren am	Abgekalbt am	Abstammung
Jersey	J-1	25. Feb., 1939	11. Feb., 1948	Mintei 35th × Eminent Blossom Bowlina
	J-2	18. März, 〃	24. Juli, 〃	Gil-bar Xenia Deaign King × Mintei Wright
	J-6	1. Nov., 1943	30. Apr., 〃	You'll Do Standard Lord × J-2
	J-20	29. Mai, 1946	25. Juni, 〃	Standard Lord Eminent × J-2
F_1	JH-10	8. Apr., 1945	22. Feb., 〃	Sir Veemar Romeo Fabiola 2nd × J-2
	JH-11	21. 〃, 〃	13. 〃, 〃	Sir Veemar Romeo Fabiola 2nd × J-1

Die Bestimmung des Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Aus Tabelle 5 ist es ersichtlich, dass der Vitamin C Gehalt der Milch von JH–10 1.87 mg/100 ccm im Durchschnitt und der der Milch von JH–11 2.35 mg/100 ccm im Durchschnitt ist, und der erstere dem Durchschnittswert der Holsteinmilch und der letztere dem Durchschnittswert der Jerseymilch fast gleich ist.

Tabelle 5. Vitamin C Gehalt der Milch (mg/100 ccm)

Tag	J-1	J-2	J-6	J-20	JH 10	JH-11
16. Juni	2.11	—	2.22	—	1.87	2.07
17	2.32	—	2.27	—	1.87	2.12
20	2.18	—	2.35	—	1.87	2.19
21	2.03	—	2.08	—	1.61	1.98
22	2.35	—	2.15	—	1.85	2.36
23	2.14	—	2.18	—	1.77	2.16
24	2.63	—	2.15	—	1.85	2.40
25	2.58	—	2.43	—	1.87	2.41
26	2.55	—	2.41	—	1.80	2.62
27	2.29	—	2.36	—	1.94	2.44
28	2.42	—	2.50	—	1.78	2.46
29	2.50	—	2.62	—	1.96	2.65
30	2.31	—	2.42	—	1.97	2.48
1. Juli	2.62	—	2.63	—	2.15	2.55
2	2.20	—	2.34	—	1.91	2.45
3	2.55	—	—	—	2.08	2.45
4	2.40	—	—	—	1.83	2.32
5	2.22	—	—	—	1.84	2.29
6	2.38	—	—	—	1.84	2.53
7	2.21	—	—	—	1.74	2.26
.....						
25. Aug.	—	—	—	2.01	—	—
26	—	—	—	2.13	—	—
27	—	—	—	2.15	—	—
28	—	—	—	2.36	—	—
29	—	—	—	2.34	—	—
.....						
23. Sep.	—	2.26	—	—	—	—
24	—	2.49	—	—	—	—
25	—	2.57	—	—	—	—
26	—	2.32	—	—	—	—
27	—	2.59	—	—	—	—
Mittel	2.34	2.44	2.34	2.19	1.87	2.35

(IV) DER VITAMIN C GEHALT DER KOLOSTRUMMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Der Versuch wurde ausgeführt an Milchproben aus der einzelnen Milch von 5 Kühen der Jerseyrasse, 4 Kühen der Holsteinrasse, 3 Kühen der Brown Swissrasse und 2 Kühen F_1 von Jersey ♀ × Holstein ♂, welche in der Ersten Farm der Obihiro Zootechnischen Hochschule gehalten wurden.

Die Geburtstage und Abkalbezeiten der Kühe sind wie folgt:

Rasse	Kuh	Geboren am	Abgekalbt am
Jersey	J-1	25. Feb., 1939	5. März, 1950
	J-2	18. März, 〃	24. Juli, 1948
			20. Mai, 1949
	J-6	1. Nov., 1943	26. Apr., 〃
	J-17	18. März, 1946	3. Mai, 〃
			20. Apr., 1950
	J-20	29. Mai, 〃	25. Juni, 1948
			24. 〃, 1949
Holstein	H-5	6. Jan., 1941	16. Juli, 1948
			27. 〃, 1949
	H-8	8. Aug., 1943	2. Nov., 1948
	H-9	8. Dez., 1944	8. März, 1949
			14. Apr., 1950
	H-15	19. Feb., 1946	25. Aug., 1948

F_1	JH-10	8. Apr., 1945	13. Feb., 1949
			5. Mai, 1950
	JH-11	21. 〃 , 〃	22. März, 1949
			24. 〃 , 1950
Brown Swiss	B-36	15. Nov., 1946	13. Sep., 1949
	B-37	1. Mai, 〃	25, Feb., 〃
	B-40	23. Dez., 〃	11. März, 〃

Die Milchproben wurden sofort nach der Gewinnung zur Analyse gebracht. Die Bestimmung des Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 6. Vitamin C Gehalt der Kolostrummilch (mg/100 ccm)

Zeit nach Abkalben	J-20	H-5	J-2	H-15	H-8	JH-10	B-37	H-9	B-40	JH-11
0 Stde.	—	2.08	3.11	4.15	3.34	—	3.74	3.63	3.98	4.05
3	—	—	—	—	3.12	—	3.39	—	3.66	—
6	—	2.03	—	—	—	—	3.01	—	3.38	—
9	—	—	—	—	1.98	—	2.72	—	2.95	—
1 Tag	1.96	1.53	1.90	1.90	1.72	1.45	1.68	2.38	2.13	2.15
2	1.39	1.51	1.85	1.52	1.84	1.51	1.63	1.92	2.14	2.11
3	1.55	1.58	2.01	1.43	2.28	1.67	1.85	1.81	2.05	2.43
4	1.58	1.70	1.99	1.52	2.50	1.84	1.85	1.94	2.23	2.52
5	1.51	1.55	2.16	1.56	2.70	1.97	1.83	1.91	2.28	2.53
6	1.66	1.47	2.01	1.68	2.52	1.74	1.67	1.91	1.86	2.77
7	1.81	1.53	2.01	1.64	2.82	1.74	1.67	1.97	2.05	2.77
8	1.57	1.91	2.19	1.64	2.88	1.88	1.83	2.29	2.14	2.90
9	1.83	1.86	1.98	1.74	2.80	1.97	1.99	2.26	2.14	3.06
10	1.87	1.76	2.02	1.88	2.84	1.92	1.99	2.26	2.34	3.27
11	1.75	1.66	2.02	1.76	2.84	1.92	1.99	2.38	2.35	2.66
12	1.70	1.60	2.02	1.86	2.50	1.92	2.13	2.34	2.23	2.98

J-6	J-17	J-2	J-20	H-5	B-36	J-1	JH-11	H-9	J-17	JH-10
3.25	4.51	4.01	5.33	3.69	3.35	4.77	5.65	4.73	4.19	4.54
2.19	—	3.87	4.73	3.53	—	4.20	—	—	3.90	—
2.39	—	3.53	4.13	3.69	2.82	4.03	—	4.00	3.66	—
1.66	—	3.19	3.59	—	—	—	—	—	3.41	—
1.62	3.09	2.51	2.31	2.31	2.01	2.43	2.62	3.12	2.83	2.58
1.36	2.57	2.24	1.95	2.04	1.71	2.22	2.53	2.44	2.97	2.16
1.49	2.49	2.41	2.33	2.14	2.26	2.26	2.91	2.14	2.97	2.78
2.05	2.31	2.17	2.33	2.09	2.39	2.26	2.95	2.44	2.97	2.63
1.92	2.46	1.97	2.33	2.06	2.56	2.34	3.24	2.44	3.12	2.83
2.22	2.14	2.07	2.72	2.17	2.56	2.55	3.61	2.58	2.97	2.94
2.29	2.44	2.27	2.61	2.15	2.31	2.67	3.41	2.44	2.92	—
2.41	2.57	2.21	2.78	2.05	2.39	2.71	3.52	2.44	3.12	—
2.62	2.29	2.04	2.36	2.20	2.22	2.71	3.43	2.44	2.73	—
2.62	2.46	2.04	2.31	2.14	2.18	2.88	3.20	2.44	3.09	—
2.67	2.74	2.21	2.44	2.21	2.22	2.88	3.30	2.58	3.14	—
2.87	2.52	2.21	—	2.06	2.35	2.91	3.12	2.53	3.50	—

Aus Tabelle 6 ist es ersichtlich, dass der Vitamin C Gehalt der Kolostrummilch der grösste sofort nach der Geburt ist und später abnimmt, an dem ersten bis vierten Tag nach der Geburt auf ein Minimum kommend, und dann wieder zunehmend, und dass selbst bei derselben Kuh der Vitamin C Gehalt

der Kolostrummilch und seine Veränderung in verschiedenen Laktationsperioden nicht gleich sind.

(V) DER EINFLUSS DER LAKTATIONSZEIT AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER KUHMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Der Versuch wurde ausgeführt an Milchproben aus der einzelnen Milch (Abendmilch) von 3 Kühen der Holsteinrasse, 3 Kühen der Jerseyrasse, 4 Kühen der Brown Swissrasse und 2 Kühen F_1 von Jersey ♀ × Holstein ♂, welche in der Ersten Farm der Obihiro Zootechnischen Hochschule gehalten wurden. In ihren 16 Laktationsperioden wurde die Bestimmung des Vitamin C in der Milch für aufeinanderfolgende 5 Tage je 30 Tage nach der Geburt nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt, in der Zeit von Februar 1949 bis November 1952.

Die Geburtstage und Abkalbezeiten der Kühe sind wie folgt:

Rasse	Kuh	Geboren am	Abgekalbt am
Holstein	H-5	6. Jan., 1941	27. Juli, 1949
	H-9	8. Dez., 1944	8. März, 〃
	H-18	13. Apr., 1946	24. Nov., 1951
Jersey	J-2	18. März, 1939	20. Mai, 1949
			19. März, 1951
	J-17	〃. 〃, 1946	3. Mai, 1949
	J-20	29. Mai, 〃	24. Juni, 〃
Brown Swiss	B-36	15. Nov., 〃	1. Feb., 1951
	B-37	1. Mai, 〃	25. 〃, 1949
			31. Jan., 1951
	B-38	28. Juli, 〃	17. März, 〃
	B-40	23. Dez., 〃	11. 〃, 1949
			12. 〃. 1951
F_1	JH-10	8. Apr., 1945	13. Feb., 1949
	JH-11	21. 〃, 〃	22. März, 〃
			10. Sep., 1951

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Die Mittelwerte für aufeinanderfolgende 5 Tage sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

In den Zahlen der Tabelle 7 ist zu bemerken, dass die Veränderungen des Vitamin C Gehaltes der Milch während der Dauer der Laktation bei den einzelnen Kühen nicht konstant sind und dass in den meisten Fällen ein geringer Vitamin C Gehalt in der früheren Zeit gefunden wird als in der späteren Zeit. Der Vitamin C Gehalt der Milch in dem ersten Monat der Laktation ist im Durchschnitt beinahe gleich dem durchschnittlichen Gehalt in dem zweiten, dritten

Tabelle 7. Vitamin C Gehalt der Milch und Laktationszeit (mg/100 ccm)

Laktationsmonat	JH-10	B-37	H-9	B-40	JH 11	J-17	J-2	J-20	H-5
1	—	2.48	2.28	2.36	2.91	2.53	2.93	2.51	2.16
2	2.57	2.87	2.51	2.85	2.32	2.78	2.56	2.96	2.39
3	2.11	2.13	2.64	2.97	2.91	2.74	2.80	3.23	2.71
4	2.58	2.80	3.25	3.15	2.67	2.62	3.07	3.36	2.61
5	2.41	3.03	3.10	3.19	2.85	2.88	3.34	3.63	2.44
6	2.31	3.09	3.19	3.13	2.88	3.17	3.85	3.47	2.50
7	2.40	2.91	3.24	3.71	2.97	3.62	3.60	3.43	2.40
8	2.67	3.02	3.11	3.63	3.17	3.57	3.23	3.10	2.66
9	2.31	3.33	2.82	3.60	3.35	3.41	2.94	3.16	2.69
10	2.39	3.21	2.97	4.13	3.23	—	2.87	3.16	2.38
11	2.44	3.01	2.89	3.54	2.84	—	2.91	—	2.62
12	2.42	3.00	—	3.53	3.16	—	2.89	—	2.91

Laktationsmonat	B-37	B-36	B-40	B-38	J-2	JH-11	H-18	Mittel
1	2.02	1.95	2.01	1.82	2.21	—	1.56	2.26
2	1.96	2.20	2.34	2.20	2.60	—	1.48	2.43
3	1.68	2.19	2.60	2.04	2.33	2.63	1.53	2.45
4	2.47	2.63	2.21	1.57	1.81	2.61	1.66	2.56
5	2.18	2.60	2.37	1.83	2.25	2.35	1.77	2.63
6	2.33	2.56	2.59	2.36	2.75	2.41	1.80	2.77
7	2.22	2.49	2.45	2.28	2.44	2.55	1.77	2.78
8	2.08	2.00	3.38	3.07	3.61	2.61	2.12	2.93
9	2.48	2.68	2.46	2.28	2.21	2.41	2.26	2.77
10	2.79	2.81	2.47	2.09	2.80	2.48	2.30	2.80
11	—	—	—	1.98	2.31	2.36	2.06	2.63
12	—	—	—	2.09	2.10	2.45	2.24	2.67

oder vierten Monat, aber er ist bedeutsam niedriger als die durchschnittlichen Gehalte nach dem fünften Monat.

(VI) JAHRESZEITLICHE SCHWANKUNGEN DES VITAMIN C GEHALTES DER KUHMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Der Versuch wurde ausgeführt an einzelnen Milchproben (Abendmilch) von 3 Kühen der Holsteinrasse, 3 Kühen der Jerseyrasse, 4 Kühen der Brown Swissrasse und 2 Kühen F_1 von Jersey ♀ × Holstein ♂, welche in der Ersten Farm der Obihiro Zootechnischen Hochschule gehalten wurden. In ihren 16 Laktationsperioden wurde die Bestimmung des Vitamin C in der Milch für aufeinanderfolgende 5 Tage je 30 Tage nach der Geburt nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt, in der Zeit von Februar 1949 bis November 1952.

Die Geburtstage und Abkalbezeiten der Kühe sind wie folgt:

Rasse	Kuh	Geboren am	Abgekalbt am
Holstein	H-5	6. Jan., 1941	27. Juli, 1949
	H-9	8. Dez., 1944	8. März, 〃
	H-18	13. Apr., 1946	24. Nov., 1951

Jersey	J-2	18. März, 1939	20. Mai, 1949
			19. März, 1951
	J-17	〃. 〃, 1946	3. Mai, 1949
	J-20	29. Mai, 〃	24. Juni, 〃
Brown Swiss	B-36	15. Nov., 〃	1. Feb., 1951
	B-37	1. Mai, 〃	25. 〃, 1949
			31. Jan., 1951
	B-38	28. Juli, 〃	17. März, 〃
	B-40	23. Dez., 〃	11. 〃, 1949
			12. 〃. 1951
F_1	JH-10	8. Apr., 1945	13. Feb., 1949
	JH-11	21. 〃, 〃	22. März, 〃
			10. Sep., 1951

Die Versuchskühe wurden von Anfang Juni bis zum Ende Oktober getüdert und von Anfang November bis zum Ende Mai im Stall gefüttert.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Die Mittelwerte für aufeinanderfolgende 5 Tage sind in Tabelle 8 nach Kalendermonaten zusammengestellt.

Tabelle 8. Vitamin C Gehalt der Milch und Jahreszeit (mg/100 ccm)

Jahreszeit	JH-10	B-37	H-9	B-40	JH-11	J-17	J-2	J-20	H-5
Jan.	2.44	3.01	2.97	4.13	3.23	3.57	3.23	3.43	2.50
Feb.	2.42	3.00	2.89	3.54	2.84	3.41	2.94	3.10	2.40
März	—	2.48	—	3.53	3.16	—	2.87	3.16	2.66
Apr.	2.57	2.87	2.28	2.36	2.91	—	2.91	3.16	2.69
Mai	2.11	2.13	2.51	2.85	2.32	—	2.89	—	2.38
Juni	2.58	2.80	2.64	2.97	2.91	2.53	2.93	—	2.62
Juli	2.41	3.03	3.25	3.15	2.67	2.78	2.56	2.51	2.91
Aug.	2.31	3.09	3.10	3.19	2.85	2.74	2.80	2.96	2.16
Sep.	2.40	2.91	3.19	3.13	2.88	2.62	3.07	3.23	2.39
Okt.	2.67	3.02	3.24	3.71	2.97	2.88	3.34	3.36	2.71
Nov.	2.31	3.33	3.11	3.63	3.17	3.17	3.85	3.63	2.61
Dez.	2.39	3.21	2.82	3.60	3.35	3.62	3.60	3.47	2.44

Jahreszeit	B-37	B-36	B-40	B-38	J-2	JH-11	H-18	Mittel
Jan.	—	—	2.47	2.09	2.80	2.61	1.48	2.85
Feb.	2.02	1.95	—	1.98	2.31	2.35	1.53	2.57
März	1.96	2.20	—	2.09	2.10	2.41	1.66	2.52
Apr.	1.68	2.19	2.01	1.82	2.21	2.55	1.77	2.39
Mai	2.47	2.63	2.34	2.20	2.60	2.61	1.80	2.41
Juni	2.18	2.60	2.60	2.04	2.33	2.41	1.77	2.52
Juli	2.33	2.56	2.21	1.57	1.81	2.48	2.12	2.52
Aug.	2.22	2.49	2.37	1.83	2.25	2.36	2.26	2.56
Sep.	2.08	2.00	2.59	2.36	2.75	2.45	2.30	2.64
Okt.	2.48	2.68	2.45	2.28	2.44	—	2.06	2.81
Nov.	2.79	2.81	3.38	3.07	3.61	—	2.24	3.11
Dez.	—	—	2.46	2.28	2.21	2.63	1.56	2.83

In den Zahlen der Tabelle 8 ist zu bemerken, dass die jahreszeitlichen Schwankungen des Vitamin C Gehaltes der Milch bei den einzelnen Kühen nicht konstant sind und dass in den meisten Fällen von Oktober bis Januar der Vitamin C Gehalt der Milch grösser ist. Der Vitamin C Gehalt der Milch

in November ist im Durchschnitt beinahe gleich dem durchschnittlichen Gehalt in Oktober, Dezember oder Januar, aber er ist bedeutsam höher als die durchschnittlichen Gehalte anderer Kalendermonate. Diese Unterschiede sind vielleicht auf Unterschiede in Fütterung und Haltung der Kühe zurückzuführen.

(VII) DER EINFLUSS DER FÜTTERUNG AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER KUHMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Versuch I, 1942: Der Versuch wurde ausgeführt an gemischten Milchproben von 2 Kühen der Holsteinrasse und von einer Holsteinbastardkuh, welche in der Versuchsfarm der Mie Landwirtschaftlichen Hochschule gehalten wurden. Die Geburtstage und Abkalbezeiten der Versuchskühe sind wie folgt:

Kuh	Geburtstag	Abkalbezeit
Nr 1	10. Okt., 1936	14. Juli, 1941
Nr 2	28. März, 1938	2. Aug., 1941
Nr 3	28. Jan., 1939	7. Juli, 1941

Der Versuch wurde von 12. Mai bis 5. Juni 1942 durchgeführt. Als Rauhfutter, während etwa 1 Monat vor 16. Mai, wurden etwa 8 kg Reisstroh pro Kopf und Tag gefüttert, und von Nachmittag 16. an wurden statt des Reisstrohs etwa 25 kg Grüngras pro Kopf und Tag gefüttert. Als Kraftfutter wurde dasjenige einer Firma entsprechend den Milchmengen gefüttert.

Versuch II, 1943: Der Versuch wurde ausgeführt an einzelnen Milchproben von 2 Kühen der Holsteinrasse, welche in der Versuchsfarm der Mie Landwirtschaftlichen Hochschule gehalten wurden. Die Geburtstage und Abkalbezeiten sind wie forgt:

Kuh	Geburtstag	Abkalbezeit
A	13. Nov., 1937	4. Nov., 1942
B	4. Aug., 1940	20. März, 1943

Der Versch wurde von 11. Mai bis 30. Juni 1943 durchgeführt.

Als Rauhfutter, während etwa 1 Monat vor 15. Mai, wurden etwa 8 kg Reisstroh pro Kopf und Tag gefüttert, und von Nachmittag 15. an wurden statt des Reisstrohs etwa 25 kg Grüngras pro Kopf und Tag gefüttert. Als Kraftfutter wurde dasjenige einer Firma entsprechend den Milchmengen gefüttert.

Die Bestimmung des Vitamin C in der Milch wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Versuch I:

Tabelle 9. Vitamin C Gehalt der Kuhmilch (mg/100 ccm)

Tag		Tag		Tag	
12. Mai	1.51	21	1.52	30	1.65
13	1.65	22	1.54	31	1.70
14	1.52	23	1.45	1. Juni	1.78
15	1.58	24	1.57	2.	1.86
16	1.47	25	1.63	3	1.92
17	1.43	26	1.67	4	1.76
18	1.52	27	1.61	5	1.76
19	1.47	28	1.76		
20	1.58	29	1.78		

Berechnet man die Mittelwerte von je 5 Tagen in der Tabelle 9, ist es ersichtlich, dass der Vitamin C Gehalt der Milch anfangs sehr schwach abnimmt und später immer grösser wird, wie Tabelle 10 zeigt.

Tabelle 10.

Mittel von 5 Tagen vor Grünfütterung	1.54 mg/100 ccm
Mittel von 5 Tagen nach Grünfütterung	1.50 »
Mittel von folgenden 5 Tagen	1.57 »
» » » » »	1.70 »
» » » » »	1.81 »

Versuch II:

Tabelle 11.

Tag	Vitamin C Gehalt der Milch (mg/100 ccm)		Tag	Vitamin C Gehalt der Milch (mg/100 ccm)	
	Kuh A	Kuh B		Kuh A	Kuh B
11. Mai	1.78	1.83	30	2.04	1.76
12	1.86	1.80	31	—	—
13	1.90	1.68	1. Juni	—	—
14	1.93	1.75	2	—	—
15	1.90	1.78	3	2.12	1.76
16	1.73	1.65	4	2.16	1.82
17	1.82	1.70	5	2.16	1.74
18	1.90	1.36	6	2.18	1.60
19	1.73	1.31	7	2.29	1.91
20	1.83	1.34	8	2.22	1.69
21	1.78	1.34	9	2.25	1.71
22	1.77	1.44	10	2.31	1.96
23	2.03	1.69	11	2.40	1.98
24	2.01	1.69	12	2.23	1.80
25	2.19	1.69	13	2.27	2.00
26	2.19	1.69	14	2.18	1.80
27	2.14	1.82	...	...	...
28	1.93	1.80	29	2.44	2.07
29	1.82	1.71	30	2.60	2.14

Berechnet man die Mittelwerte von je 5 Tagen in der Tabelle 11, ist es ersichtlich, dass bei Kuh A der Verlauf wie bei den Kühen in Versuch I fast der gleiche ist und bei Kuh B der Grad der Verminderung des Vitamin C

grösser und der Grad der Vermehrung kleiner und zwar langsamer ist, wie Tabelle 12 zeigt.

Tabelle 12.

	Kuh A	Kuh B
Mittel von 5 Tagen von Grünfütterung	1.87 mg/100 ccm	1.76 mg/100 ccm
Mittel von 5 Tagen nach Grünfütterung	1.80	1.47
Mittel von folgenden 5 Tagen	1.95	1.57
〃 〃 〃 〃 〃	2.02	1.75
〃 〃 〃 〃 〃	2.14	1.79
〃 〃 〃 〃 〃	2.22	1.73
〃 〃 〃 〃 〃	2.27	1.90
.....	...	...
Mittel von 45. und 46. Tagen	2.52	2.10

Diese Resultate von Versuch I und II zusammengenommen, ist es zu schliessen, dass der Vitamin C Gehalt der Milch, wenn die Kühe anstatt des Trockenfutters mit Grüngras gefüttert werden, anfangs sehr schwach abnimmt und später immer grösser wird.

Geht dann das Vitamin C im Futter in die Milch über? Hinsichtlich dieser Frage geben KNIGHT, DUTCHER & GUERRANT [65] (1941) die interessante Nachricht, dass das Vitamin C in der Milch und in dem Blut nicht durch die Fütterung, sondern durch Einspritzung des Vitamin C vermehrt wird. Sie beobachteten ausserdem, dass im Pansen die Ascorbinsäure rasch zerstört wurde, und sie gelangten zu dem Schluss, dass bei der Kuh das Vitamin C im Futter im Pansen zerstört wird.

THURSTON *et al.*[124] (1929) berichteten, dass die Kuh, welche von Geburt bis zum Kalben mit einem Vitamin C nicht enthaltenden Futter gefüttert wurde, ein vollkommenes Kalb warf und ziemlich grosse Menge Vitamin C in der Milch gab und dass die Kuh das Vitamin C im Körper synthetisieren kann. ARON & KLINKE [3] (1936) sagen, dass die Kuh, wie der Hund, die Ratte und das Huhn, das Vitamin C im Körper synthetisieren kann. RAY *et al.*[97] (1941) berichten ebenfalls, dass die Kuh im Körper das für ihr Wachstum und ihre Tätigkeit nötige Vitamin C synthetisieren kann.

Dass in diesem Versuch der Vitamin C Gehalt der Milch sofort nach der Grünfütterung sehr schwach abnimmt, ist vielleicht dadurch zu erklären, dass diese Synthese des Vitamin C durch die rasche Veränderung des Futters augenblicklich schlecht beeinflusst wird. Worauf nun ist es zurückzuführen, dass der Vitamin C Gehalt der Milch dabei später immer sich vermehrt? Dies wird vielleicht darauf zurückzuführen sein, dass die Ernährungszustände der Kühe durch die Fütterung des Grüngrases verbessert werden und die Vitamin C-Synthese lebhaft geschieht.

Aber vom praktischen Gesichtspunkt aus kann man sagen, dass der Vitamin C Gehalt der Milch durch die Fütterung nicht wesentlich beeinflusst wird.

(VIII) DER EINFLUSS DES MELKENS AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER KUHMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Versuche wurden ausgeführt an einzelnen Milchproben von 2 Kühen der Holsteinrasse, welche in der Versuchsfarm der Mie Landwirtschaftlichen Hochschule gehalten wurden.

Die Bestimmung des Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

(1) Der Unterschied des Vitamin C Gehaltes der Milch bei verschiedenen Melkpausen

Tabelle 13 zeigt den Vitamin C Gehalt der Morgenmilch (Gemolken 11.5–12 Stunden nach dem Melken des vorhergehenden Abends.) und der Mittagsmilch (Gemolken 6 Stunden nach dem Melken desselben Morgens.).

Tabelle 13. Vitamin C Gehalt der Morgen- und Mittagsmilch (mg/100 ccm)

Versuch Nr	Milch	Kuh I		Kuh II	
		Vitamin C	Milchmenge (kg)	Vitamin C	Milchmenge (kg)
1	Morgenmilch (11.5)	2.42	3.0	1.82	6.5
	Mittagsmilch (6)	2.23	3.3	1.80	4.5
2	Morgenmilch (11.5)	2.41	4.7	2.04	6.8
	Mittagsmilch (6)	2.44	2.0	2.07	3.5
3	Morgenmilch (12)	2.48	4.9	2.05	7.0
	Mittagsmilch (6)	2.60	1.5	2.14	3.0

Die Ziffern in Klammern zeigen die Melkpause (Stunden).

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass es keinen grossen Unterschied im Vitamin C Gehalt der Morgen- und Mittagsmilch gibt, trotzdem die Melkpause und die Milchmenge bei Morgenmilch ungefähr 2 mal so gross wie bei Mittagsmilch sind.

(2) Der Unterschied des Vitamin C Gehaltes der Milch bei verschiedenen Milchportionen eines Gemelkes

Tabelle 14 zeigt den Vitamin C Gehalt der Anfangs-, Mittel- und Endmilch eines Gemelkes. Der Fettgehalt nach Babcockscher Methode wurde auch

hinzugefügt.

Tabelle 14. Vitamin C Gehalt der Milch bei ein und demselben Melken (mg/100 ccm)

Kuh Nr	Versuch Nr	Anfangsteil		Mittelteil		Endteil	
		V.C	Fettgehalt	V.C	Fettgehalt	V.C	Fettgehalt
I	1	2.28	3.2%	2.23	4.6%	2.21	5.2%
	2	2.14	2.9	2.11	5.4	2.07	6.9
	3	2.05	2.4	2.02	3.0	1.98	3.4
II	1	1.91	1.9	1.84	4.8	1.84	4.8
	2	1.88	1.1	1.83	3.0	1.72	4.7
	3	1.88	2.2	1.84	3.5	1.76	4.6

Es ergibt sich hieraus, dass der Vitamin C Gehalt der Milch am grössten im Anfangsteil und am geringsten im letzten Teil ist, der Unterschied jedoch sehr klein ist.

(3) Der Unterschied des Vitamin C Gehaltes der Milch in den einzelnen Vierteln der Milchdrüsen ein und desselben Individuums

Die nachstehende Tabelle zeigt, dass der Vitamin C Gehalt der Milch aus verschiedenen Milchdrüsen ein und desselben Individuums nicht gleich ist, aber der Unterschied sehr klein ist.

Tabelle 15. Vitamin C Gehalt der Milch aus verschiedenen Milchdrüsen (mg/100 ccm)

Kuh Nr	Versuch Nr	rechte Halbe		linke Halbe	
		vorderes Viertel	hinteres Viertel	vorderes Viertel	hinteres Viertel
I	1	2.25	2.21	2.21	2.21
	2	2.32	2.32	2.34	2.32
	3	2.35	2.34	2.34	2.32
II	1	2.02	2.12	2.07	2.02
	2	2.00	2.09	2.04	1.97
	3	1.98	2.09	2.00	1.97

(IX) DER EINFLUSS DER PASTEURISIERUNG UND DER AUFBEWAHRUNG AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER KUHMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Versuche wurden an gemischten Milchproben von Kühen der Holstein- und Guernseyrasse durchgeführt, welche in den Zweiten Farm der Hokkaido Universität gehalten wurden.

Die Pasteurisierung wurde nach folgenden 4 Methoden ausgeführt:

(a) Aufkochen: etwa 200 ccm Milch wurden in einem Becherglas von etwa 300 ccm Inhalt auf einem Drahtnetz mit dem Bunsenbrenner erhitzt, bis die kochende Milch überlief, und dann rasch mit Wasser bis auf 15～20°C abgekühlt.

(b) Aufkochen und Stehenlassen: etwa 200 ccm Milch, nachdem sie wie bei (a) erhitzt worden waren, wurden 30 Minuten lang stehen gelassen und dann rasch mit Wasser abgekühlt.

(c) Dauerpasteurisierung: etwa 200 ccm Milch wurden in einem Becherglas von etwa 300 ccm Inhalt in einem Wasserbade auf 65°C (63～67°C) 30 Minuten lang erhitzt und dann rasch mit Wasser abgekühlt.

(d) Hochpasteurisierung: etwa 200 ccm Milch wurden in eine Erlenmeyerflasche gebracht, mit einem kleinen Becherglas gedeckt, in einem Dampftopf auf 95°C 30 Minuten lang erhitzt und dann rasch mit Wasser abgekühlt.

Die Aufbewahrung wurde nach folgenden 2 Methoden ausgeführt:

(a) 25 ccm frische Milch und 25 ccm gekochte Milch, die der frischen Milch ganz identisch waren und aufgekocht und rasch abgekühlt worden waren, wurden in einige Erlenmeyerflaschen gebracht, mit Papier gedeckt und in einem dunkelen und kühlen (−1～9°C) Zimmer aufbewahrt.

(b) 25 ccm frische Milch und 25 ccm gekochte Milch, die der frischen Milch ganz identisch waren und aufgekocht und rasch abgekühlt worden waren, wurden in einige Erlenmeyerflaschen gebracht, mit Papier gedeckt und in einem dunkelen Zimmer bei 23～29°C aufbewahrt.

Die Bestimmung des Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 16. Die durch verschiedene Pasteurisierungen zerstörte Menge des Vitamin C (mg/100 ccm)

Pasteurisierungsmethode	Milch	Versuch Nr	V.C Menge vor Pasteurisieren	V.C Menge nach Pasteurisieren	Die durch Pasteurisieren zerstörte V.C Menge
Aufkochen	Holstein	1	1.56	1.35	0.21
		2	1.65	1.48	0.17
		3	1.70	1.52	0.18
		4	1.78	1.60	0.18
		5	1.70	1.58	0.12
		Mittel			0.17
	Guernsey	1	2.35	2.00	0.35
		2	2.51	2.36	0.15
		3	2.32	2.16	0.16
		4	2.14	2.06	0.08
		5	2.31	2.17	0.14
		Mittel			0.17
	Mittel				0.17
Aufkochen und	Holstein	1	1.70	1.08	0.62
		2	1.59	1.05	0.54
		3	1.46	0.92	0.54
		4	1.79	1.23	0.56
		5	1.90	1.39	0.51
		Mittel			0.55

Stehenlassen	Guernsey	1	2.30	1.51	0.79
		2	2.24	1.61	0.63
		3	2.39	1.77	0.62
		4	2.26	1.93	0.33
		5	2.25	1.75	0.50
		Mittel			0.57
	Mittel				0.56
Dauerpasteurisierung	Holstein	1	1.70	1.01	0.69
		2	1.59	0.99	0.60
		3	1.46	0.92	0.54
		4	1.79	1.36	0.43
		5	1.90	1.42	0.48
		Mittel			0.54
	Guernsey	1	2.30	1.76	0.54
		2	2.24	1.70	0.54
		3	2.39	1.88	0.51
		4	2.26	1.81	0.45
		5	2.25	1.77	0.48
		Mittel			0.50
	Mittel				0.52
Hochpasteurisierung	Holstein	1	1.72	0.54	1.18
		2	1.78	0.72	1.06
		3	1.77	0.75	1.02
		4	1.61	0.60	1.01
		5	1.74	0.78	0.96
		Mittel			1.05
	Guernsey	1	2.45	1.19	1.26
		2	2.59	1.35	1.24
		3	2.57	1.44	1.13
		4	2.38	1.21	1.17
		5	2.42	1.23	1.19
		Mittel			1.20
	Mittel				1.12

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die durch verschiedene Pasteurisierungen zerstörte Menge des Vitamin C in der Milch bei Holsteinmilch und bei Guernseymilch fast gleich ist und dass sie durchschnittlich 0.17 mg pro 100 ccm bei der aufgekochten Milch und 0.52 mg pro 100 ccm bei der dauerpasteurisierten Milch beträgt. Dieses Ergebnis, dass die Pasteurisierung von 30 Miunten bei 65°C schädlicher als kurzes Aufkochen wirkt, stimmt mit den Ergebnissen anderer Autoren ganz überein.

Es ist eine interessante Tatsache, dass die zerstörte Vitamin C–Menge bei der aufgekochten und 30 Minuten lang stehen gelassenen Milch durchschnittlich 0.56 mg pro 100 ccm beträgt.

Der Verfasser bestimmte dabei den Vitamin C Gehalt der dauerpasteurisierten Milch des Handels in Sapporo. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Da hier der Vitamin C Gehalt der Originalmilch unbekannt ist, können wir nicht die tatsächlich zerstörten Menge des Vitamin C erkennen. Aber es ist interessant, die gegenwärtige Menge von Vitamin C mit der von der im Laboratorium

Tabelle 17. Vitamin C Gehalt der Milch des Handels in Sapporo

Versuch Nr	Tag	V.C (mg/100ccm)
1	14. Juli	0.91
2	15	0.99
3	16	0.77
4	17	0.77
5	18	0.99
Mittel		0.88

dauerpasteurisierten Milch zu vergleichen.

Bei der hochpasteurisierten Milch beträgt die zerstörte Menge von Vitamin C durchschnittlich 1.12 mg pro 100 ccm, und dieser Wert ist etwa 2 fach so gross als der der dauerpasteurisierten Milch und etwa 7 fach so gross als der der aufgekochten Milch, und ausserdem wird, was die praktische Seite betrifft, die hochpasteurisierte Milch in Flasche ohne rasche Abkühlung zum Verbraucher ausgetragen, so dass in diesem Falle mehr Vitamin C zerstört wird.

Dagegen bei Momenterhitzung wird die zerstörte Menge von Vitamin C äusserst gering sein. KING & WAUGH [64] (1934) berichten, dass bei der Pasteurisierung, bei der die Milch auf 161–163°F 16–17 Sekunden lang erhitzt wird, das Vitamin gar nicht zerstört wird.

Berechnet man den Prozentsatz der Zerstörung von Vitamin C durch die verschiedenen Pasteurisierungen, so beträgt er bei der dauerpasteurisierten Milch etwa 30 % (bei Holsteinmilch) oder etwa 20 % (bei Guernseymilch), mit dem Wert von INOUE & SUGIYAMA [51] (1936) übereinstimmend, und bei der aufgekochten Milch etwa 10 % (bei Holsteinmilch) oder etwa 7 % (bei Guernseymilch), mit dem Wert von HAAS & MEULEMANS [30] (1936) übereinstimmend, und bei der aufgekochten und stehen gelassenen Milch etwa 34 % (bei Holstein-

Tabelle 18. Die durch verschiedene Aufbewahrungen zerstörte Menge von Vitamin C (mg/100 ccm)

Aufbewahrungsmethode	Milch	Versuch Nr	Zustand der Milch	Aufbewahrungszeit in Stunden				
				2	4	6	8	30
Im Kühlraum	Holstein	1	frisch	0.02	0.02	0.02	0.09	0.42
			past.	0	0	0	0	0
		2	frisch	0	0.05	0.10	0.15	0.51
			past.	0	0	0	0	0
		3	frisch	0.06	0.08	0.11	0.17	0.61
			past.	0	0	0	0	0
	Guernsey	1	frisch	0.09	0.11	0.14	0.18	0.66
			past.	0	0	0	0	0
		2	frisch	0	0	0.03	0.08	0.42
			past.	0	0	0	0	0
		3	frisch	0	0.02	0.05	0.08	0.37
			past.	0	0	0	0	0
Im Zimmer	Holstein	1	frisch	0.09	0.14	0.19	0.19	—
			past.	0	0	0	0	—
		2	frisch	0.07	0.12	0.14	0.14	—
			past.	0	0	0	0	—
		3	frisch	0.09	0.14	0.14	0.14	—
			past.	0	0	0	0	—
	Guernsey	1	frisch	0.08	0.16	0.20	0.26	—
			past.	0	0	0	0	—
		2	frisch	0.22	0.35	0.43	0.43	—
			past.	0	0	0	0	—
		3	frisch	0.07	0.20	0.28	0.31	—
			past.	0	0	0	0	—

milch) oder etwa 23 % (bei Guernseymilch), mit dem Wert von BARNES & HUME [9] (1919) übereinstimmend, und bei der hochpasteurisierten Milch etwa 68 % (bei Holsteinmilch) oder 47 % (bei Guernseymilch).

In den Zahlen der Tabelle 18 ist zu bemerken, dass die Zerstörung von Vitamin C, sowohl im Kühlraum als auch im Zimmer, nicht gleichmässig war. Es ist vielleicht dadurch zu erklären, dass die Temperaturen nicht konstant waren. Aber es ist ersichtlich, dass die Zerstörung von Vitamin C im Zimmer immer grösser als im Kühlraum war.

Selbst im Kühlraum bei frischer Milch beträgt die Menge von zerstörtem Vitamin C 0.5 mg pro 100 ccm nach 30 Stunden. Dagegen bei aufgekochter Milch wurde das Vitamin C selbst nach 30 Stunden gar nicht zerstört. Die Ascorbinsäureoxydase von SHARP [112] (1936) wird hierbei möglicherweise eine Rolle spielen.

(X) DER EINFLUSS DES LICHTES UND DES METALLS AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER KUHMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Versuche wurden an gemischten Milchproben (Mittagsmilch) von 3 Kühen der Holsteinrasse durchgeführt, welche in der Versuchsfarm der Mie Landwirtschaftlichen Hochschule gehalten wurden. Die Milchproben wurden sofort nach dem Melken zur Analyse verwendet. Die Bestimmung von Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt.

Die Bestrahlung des Sonnenlichtes wurde bei klarem Wetter in der Zeit von 1 Uhr bis 1 : 30 Uhr nachmittags von Mitte Mai bis Anfang Juni ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

(1) Der Einfluss des Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch

Je 25 ccm Milch wurden in 3 Erlenmeyerflaschen von etwa 100 ccm Inhalt gebracht, mit Kork gestöpselt und jede für sich in der Dunkelheit, in dem direkten Sonnenlichte und im Schatten eines Gebäudes 5 Minuten lang liegen gelassen.

Tabelle 19. Der Einfluss des Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch (mg/100 ccm)

Versuch Nr	Gefundene Menge von Vitamin C			
	Originalmilch	In der Dunkelheit	Im diffusen Tageslichte	Im Sonnenlichte
1	1.52	1.52	0.69	0.10
2	1.54	1.54	0.69	0.10

Aus dieser Tabelle geht hervor, die zerstörende Wirkung des Sonnenlichtes auf das Vitamin C in der Milch sowohl bei direktem Strahl als auch bei diffusem Tageslicht sehr stark ist und zwar bei jenem etwa 1.7 fach stärker als bei diesem ist.

(2) Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch bei verschiedenen Bestrahlungszeiten

Je 25 ccm Milch wurden in 3 Erlenmeyerflaschen von etwa 100 ccm Inhalt gebracht, mit Kork gestöpselt und unter Sonnenlicht jede für sich 1 Minute, 3 Minuten und 5 Minuten lang stehen gelassen.

Tabelle 20. Die durch direkten Sonnenlicht zerstörte Menge des Vitamin C (mg/100 ccm)

Versuch Nr	Nach 1 Minute Bestrahlung	Nach 3 Minuten Bestrahlung	Nach 5 Minuten Bestrahlung
1	1.06	1.63	1.71
2	1.10	1.64	1.79
3	1.02	1.59	1.67
Mittel	1.06	1.62	1.72

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die durch direktes Sonnenlicht zerstörte Menge von Vitamin C mit den Bestrahlungszeiten nicht proportional, sondern gross im Anfang und später kleiner ist.

(3) Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der frischen Milch und der pasteurisierten Milch

Je 25 ccm frische Milch und pasteurisierte Milch, welche aus derselben Milch gewonnen wurden und in einem Wasserbade bei 80°C 1 Minute lang gehalten und sofort mit Wasser auf 15–20°C abgekühlt worden waren, wurden in 2 Erlenmeyerflaschen von etwa 100 ccm Inhalt gebracht, mit Kork gestöpselt und unter Sonnenlicht 5 Minuten lang stehen gelassen.

Tabelle 21. Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der frischen und der pasteurisierten Milch (mg/100 ccm)

Versuch Nr	V.C Menge vor Bestrahlung	V.C Menge nach Bestrahlung	V.C Menge durch Bestrahlung zerstört
	Frische Milch		
1	1.45	0.11	1.34
2	1.76	0.09	1.67
3	1.78	0.10	1.68
4	1.65	0.09	1.56
Mittel			1.56
	Pasteurisierte Milch		
1	1.34	0.09	1.25
2	1.70	0.09	1.61
3	1.72	0.09	1.63
4	1.57	0.09	1.48
Mittel			1.49

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die zerstörende Wirkung des Sonnenlichtes auf das Vitamin C in der Milch etwas grösser bei der frischen Milch als bei der pasteurisierten Milch ist. Die Ascorbinsäureoxydase von SHARP [112] (1936) spielt hier vielleicht eine Rolle.

(4) Der Einfluss des künstlichen Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch

Je 25 ccm Milch wurden in 5 Erlenmeyerflaschen von etwa 100 ccm Inhalt gebracht, mit Kork gestöpselt und mittels einer "Vitalight" Lampe in der Entfernung von 45 cm jede für sich 1 Minute, 2 Minuten, 3 Minuten, 4 Minuten und 5 Minuten lang beleuchtet.

Tabelle 22. Die durch die Bestrahlung von "Vitalight" Lampe zerstörte Menge des Vitamin C (mg/100 ccm)

Versuch Nr	Nach 1 Minute	Nach 2 Minuten	Nach 3 Minuten	Nach 4 Minuten	Nach 5 Minuten
1	0.09	0.20	0.36	0.49	0.60
2	0.13	0.22	0.31	0.42	0.55
Mittel	0.11	0.21	0.33	0.45	0.57

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass das Vitamin C in der Milch auch durch die Beleuchtung mit künstlichen Strahl zerstört wird und in diesem Falle der Zerstörungsgrad mit der Beleuchtungszeit fast proportional ist.

(5) Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch in verschieden gefärbten Flaschen

Je 25 ccm Milch wurden in 5 Erlenmeyerflaschen von etwa 100 ccm Inhalt gebracht, mit Kork gestöpselt, mit farblosem, violettem, grünem, gelbem und rotem Zellophan bedeckt und unter Sonnenlicht 2 und 5 Minuten lang stehen gelassen.

Tabelle 23. Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch in verschieden gefärbten Flaschen (mg/100 cc)

Versuch Nr	Bestrahlungs-zeit (Min.)	Gefundene Menge von Vitamin C					
		Original-milch	farblos	violett	gelb	grün	rot
1	2	1.47	0.29	0.38	0.56	0.63	0.94
2	2	1.52	0.29	0.36	0.54	0.63	1.00
3	5	1.65	0.12	0.14	0.18	0.21	0.49
4	5	1.52	0.14	0.18	0.21	0.21	0.47
5	5	1.58	0.10	0.14	0.20	0.21	0.49

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Verluste von Vitamin C in der Milch bei der 2 Minuten langen Beleuchtung in roter Flasche am geringsten sind und dass bei der 5 Minuten langen Beleuchtung sie in allen Flaschen

ausser der roten Flasche, in welcher sie gleichfalls am geringsten sind, fast gleich sind.

(6) Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch in der gewöhnlichen Milchflasche

Während die Versuche von (1) bis (5) mit der Milch in kleinen Menge ausgeführt wurden und so laboratoriummässig waren, wurde nun ein Versuch in praktischer Weise ausgeführt.

Je 180 ccm Milch wurden in 2 Milchflaschen des Handels gebracht und mit Kork gestöpselt. Eine Flasche davon wurde mit rotem Zellophan bedeckt, und beide Flaschen wurden unter dem Sonnenlicht von Anfang Juni 5 Minuten lang stehen gelassen. Dabei wurden zur Vergleichung 25 ccm Milch in einer Erlenmeyerflasche von 100 ccm Inhalt verwendet.

Tabelle 24. Der Einfluss des direkten Sonnenlichtes auf den Vitamin C Gehalt der Milch in Milchflasche (mg/100 ccm)

Versuch Nr	Original-milch	In roter Milchflasche	In farbloser Milchflasche	In Erlenmeyerflasche
1	1.86	1.65 (0.21)	0.78 (1.08)	0.15 (1.71)
2	1.92	1.72 (0.20)	0.88 (1.04)	0.13 (1.79)
3	1.76	1.43 (0.33)	0.72 (1.04)	0.09 (1.67)
Mittel		(0.24)	(1.05)	(1.72)

(Die Ziffern in Klammern zeigen die zerstörte Menge.)

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass das Vitamin C in der Milch in der gewöhnlichen Milchflasche, wenn sie unmittelbar unter dem Sonnenlicht von Anfang Juni 5 Minuten lang stehen gelassen wird, im Durchschnitt 1.05 mg pro 100 ccm zerstört wird. Da die zerstörende Wirkung des Sonnenlichtes sowohl bei frischer Milch als auch bei pasteurisierter Milch fast gleich ist, enthalten die hochpasteurisierte Milch, welche nur etwa 0.5 mg Vitamin C in 100 ccm enthält, und die dauerpasteurisierte Milch, welche etwa 1.0 mg Vitamin C in 100 ccm enthält, kein Vitamin C mehr, wenn sie während oder nach der Austragung einige Minuten lang der Sonne ausgesetzt werden. Dagegen wird das Vitamin C in der Milch in roter Flasche im Durchschnitt nur 0.24 mg pro 100 ccm zerstört.

Der Verfasser empfiehlt, dass in nächster Zukunft "Vitamin C Milch" hergestellt und in den Handel gebracht werde, welcher Ascorbinsäure zugefügt werde und welche in roten Flaschen verkauft werde, um die pasteurisierte Milch in ihrem Vitamin C Gehalt dem einer guten Frauenmilch anzugleichen. Dabei kommt der Vitamin C Gehalt der Frauenmilch in Frage. Der Verfasser hat keine Gelegenheit gehabt, selbst ihn zu bestimmen. Die bisher von anderen

Autoren berichteten Untersuchungsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 25. Vitamin C Gehalt der Frauenmilch

Autoren	Jahr	mg %	
Schlemmer *et al.*[105]	1932	4.0–5.0	
Keimatu & Yamaguti[60]	1935	2.7–5.0	
Chakraborty[12]	〃	3.5	
Harris & Ray[33]	〃	2.7–8.5	
Kasahara & Kawasima[58]	1936	4.5	
Selleg & King[111]	〃	5.5	
Wachholder[128]	〃	4.4	(1–2 Wochen post partum)
		3.5	(über 1/2 Jahr post partum)
Ferdinand[21]	〃	4.4	(Im Winter)
		2.7	(Im Frühling)
Stoerr[114]	〃	3.0	
Neuweiler[84]	〃	4.0–7.0	
Haas & Meulemans[30]	〃	4–0–7.0	
Hudita & Ebihara[46]	1937	3.1	
Sito *et al.*[113]	〃	5.6	(1–5 Tage post partum)
		2.8	(über 6 Tage post partum)
Yazaki[136]	〃	4.0	
Kawasima[59]	〃	4.3	
Suda[115]	〃	3.1	(Kolostrum)
		2.5	(Dauermilch)
Correns[17]	〃	6.5	(4–16 Tage post partum)
		3.0	(über 4 Monate post partum)
Baumann[7]	〃	3.0–5.0	(Bei Müttern)
		0.5–2.5	(Bei Ammen)
Widenbauer[133]	〃	3.0–7.0	
Widenbauer & Kühner[134]		0.5–2.2	(Vitamin C-Mangel)
	〃	3.8–7.8	(Vitaminreiche Kost)
Gaethgens[24]	〃	1.8–7.1	
Sung & Chu[119]	〃	3.6–5.3	(Krankenhauskost)
		1.1–3.8	(V-C-arme Kost)
		8.7	(V-C-Mangel+V-C)
Winkler & Heins[135]	1938	3.4	(Kolostrum, im Sommer)
		2.5	(〃 , im Winter)
		5.7	(Dauermilch, im Sommer)
		4.1	(〃 , im Winter)
Cimmino[15]	〃	2.7	
Kon & Mawson[66]	1947	3.54	
Arshinov[4]	1948	4.25	
Yüceoglu[137]	1949	3.0	(Im Frühling)
		8.0	(Im Sommer und Herbst)
		2.4	(Im Winter)
Oganova[88]	1950	0.74–8.20	
Nugmanova[86]	〃	2.0	(Im Winter und Frühling)
		4.8	(Im Sommer)

Diese Tabelle zeigt, dass die Frauenmilch in unserem Land etwa 4 mg %

Vitamin C enthält.

(7) Der Einfluss von Eisen und von Kupfer auf den Vitamin C Gehalt der Kuhmilch

Je etwa 100 ccm Milch, sowie Milch mit einem Zusatz von Eisen, welche aus derselben Milch gewonnen, indem der betreffenden Milch 0.1 mg Fe zugefügt wurde, und Milch mit einem Zusatz von Kupfer, welche aus derselben Milch gewonnen, indem der betreffenden Milch 0.1 mg Cu bzw. 0.2 mg Cu zugefügt wurde, wurden in Becherglas gebracht, im Wasserbad bei 85°C 1 Minute lang gehalten und sofort mit Wasser bis auf 15°–20°C abgekühlt.

Tabelle 26. Der Einfluss von Eisen und von Kupfer auf den Vitamin C Gehalt der Milch (mg/100 ccm)

Versuch Nr	Original-milch	Kontrast	0.1 mg Fe zugefügt	0.1 mg Cu zugefügt	0.2 mg Cu zugefügt
1	1.61	1.48 (0.13)	—	0.85 (0.76)	0.25 (1.36)
2	1.70	1.60 (0.10)	—	0.87 (0.83)	0.23 (1.47)
3	1.78	1.68 (0.10)	1.56 (0.22)	1.04 (0.74)	—
4	1.76	1.66 (0.10)	1.54 (0.22)	1.02 (0.74)	—
Mittel		(0.10)	(0.22)	(0.76)	(1.41)

(Die Ziffern in Klammern zeigen die zerstörte Menge.)

Diese Tabelle zeigt, dass der Einfluss von Eisen auf das Vitamin C in der Milch verhältnismässig gering ist und dass der von Kupfer sehr stark ist. Bei der Milchbehandlung in der Molkerei wird es zwar nicht geschehen, dass 0.2 mg Cu in 100 ccm Milch auftreten, wie SUPPLEE & BELLIS [120] (1922) es berichteten. Aber nach ihnen enthielt die Milch, welche durch eine abgenutzte "sanitary pipe" passiert wurde, 2 mg Cu pro Liter, so dass deshalb sorgfältige Aufmerksamkeit für die Haltung der Maschinen und Geräte nötig sein mag. Da nach ihnen in der Milch, welche in einer Kupferpfanne gedickt wurde, 0.38–2.98 mg Cu pro Liter auftraten, wird Ähnliches bei der Herstellung der Kondensmilch und der Trockenmilch geschehen. In der Tat fand der Verfasser [1] (1938) unter den Trockenmilchprodukten in unserem Land solche, welche 0.1–0.2 mg Cu in 100 ccm enthielten.

(XI) DER VITAMIN C GEHALT DER ZENTRIFUGENMAGERMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Milchproben wurden aus der gemischten Milch (Mittagsmilch) von 3 Kühen der Holsteinrasse, welche in der Versuchsfarm der Mie Landwirtschaft-

lichen Hochschule gehalten wurden, entnommen, und die Magermilch wurden aus dieser Milch hergestellt, indem die betreffende Milch sofort nach dem Melken in einer Zentrifuge (McCormic-Deering Cream Separator von International Harvester Co.) entrahmt wurde.

Die Bestimmung des Vitamin C wurde nach RADEFF [92] (1938) ausgeführt in der Zeit vom 12. bis 31. Mai 1940.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 27 zeigt den Vitamin C Gehalt der Milch und der daraus hergestellten Magermilch.

Tabelle 27. Vitamin C Gehalt der Milch und der Magermilch (mg/100ccm)

Versuch Nr	Vitamin C Gehalt der Milch	Vitamin C Gehalt der Magermilch	Versuch Nr	Vitamin C Gehalt der Milch	Vitamin C Gehalt der Magermilch
1	1.65	1.65	11	1.50	1.50
2	1.68	1.68	12	1.72	1.72
3	1.74	1.74	13	1.78	1.78
4	1.71	1.71	14	1.83	1.83
5	1.84	1.84	15	1.88	1.88
6	1.74	1.74	16	1.86	1.86
7	1.83	1.83	17	1.96	1.96
8	1.80	1.80	18	1.88	1.88
9	1.92	1.92	19	1.83	1.83
10	1.71	1.71	20	1.90	1.90
Mittel				1.78	1.78

Nach dieser Tabelle ist der Vitamin C Gehalt der Zentrifugenmagermilch ganz gleich dem der Originalmilch, ein Ergebnis, das mit denen von SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) und WERDER & ANTENER [130] (1939) übereinstimmt. Der Mittelwert 2.5 mg in 100 ccm, den REEDMANN [98] (1937) als den Vitamin C Gehalt der Magermilch berichtete, wird als fast gleich dem der Vollmilch angenommen.

(XII) DER VITAMIN C GEHALT DER TROCKENMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Trockenmilchproben wurden teils aus dem Markt, teils aus den Fabriken gewonnen.

In einem Becherglas wurden 13 g Trockenmilch mit ein wenig Wasser von 40°C gelöst, nach dem raschen Abkühlen in einen 100 ccm Messkolben übergespült, mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt, und gut gemischt. In 25 ccm von dieser Lösung wurde das Vitamin C nach RADEFF [92] (1938) bestimmt.

Die Untersuchung wurde in der Zeit von Ende Juli 1938 ausgeführt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 28. Vitamin C Gehalt der Trockenmilch

Trockenmilch	Dose Nr	Zeit der Fabrikation	Vitamin C Gehalt (mg)	
			In 100ccm Lösung	in 100g Pulver
A (Inländisches Zerstäubungspulver)	1	Mitte Feb., 1932	0.12	0.9
	2	Anfang Apr., 1937	0.15	1.1
	3	〃 〃 〃	0.15	1.1
	4	Ende Mai, 1937	0.53	4.0
	5	Mitte Aug., 1937	0.56	4.3
	6	Mitte Nov., 1937	0.38	2.9
	7	Anfang Apr., 1938	0.91	7.0
	8	Anfang Juli, 1938	1.03	7.9
	9	〃 〃 〃	1.08	8.3
B (〃 〃)	1	Ende Mai, 1935	0.09	0.6
	2	Ende März, 1936	0.09	0.6
	3	Mitte Feb., 1937	0.09	0.6
	4	Mitte Okt., 1937	0.22	1.6
	5	Ende Dez., 1937	0.09	0.6
	6	Anfang Mai, 1938	0.52	4.0
	7	〃 〃 〃	0.53	4.0
	8	Mitte Juni, 1938	0.65	5.0
C (〃 〃)	1	Ende März, 1937	0.84	6.4
	2	Mitte Apr., 1938	0.80	6.1
	3	Ende Juni, 1938	1.23	9.4
D (Ausländisches Walzenpulver)	1	Unbekannt	0.83	6.3
	2	〃	0.86	6.6
	3	〃	1.15	8.8

Nach dieser Tabelle variiert der Vitamin C Gehalt der Trockenmilch innerhalb weiter Grenzen. Betrachtet man die Trockenmilch ein und derselben Fabrik, so zeigt es sich, dass je frischer die Trockenmilch ist, desto höher ihr Vitamin C Gehalt ist. Aber die Trockenmilchprodukte verschiedener Fabriken zeigen grosse Unterschiede, trotzdem die Alter nach der Fabrikation fast gleich sind. Dies wird wohl grösstenteils auf die verschiedenen Fabrikationsmethoden zurückzuführen sein.

(XIII) DER EINFLUSS DER HERSTELLUNGSMETHODEN AUF DEN VITAMIN C GEHALT DER TROCKENMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Trockenmilchproben wurden in einer Fabrik mittels des Verstäubungsapparates nach Miyawaki hergestellt.

Versuch I: Die Proben wurden an 1. Januar 1950 hergestellt, und ihre Sorten sind wie folgt:

Luft: Verpackt in Luft.

Vakuum: Verpackt in Vakuum.

A_1, A_2, A_3, B_1, B_2 und B_3: Verpackt in Stickstoff.

Sekunden	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3
Die zur Herstellung des Vakuums erforderliche Zeit	30	28	27	37	30	32
Die Zeit, während der das Vakuum erhalten bleibt.	0	30	60	0	30	60
Die zur Anfüllung mit N_2 gebrauchte Zeit	12	15	11	12	12	18

Versuch II: Die Proben wurden an 7. Oktober 1950 hergestellt, und ihre Sorten sind wie folgt:

A: Gewöhnlich verstäubt.

B: Verstäubt, während Stickstoff in die kondensierte Milch eingeblasen wurde.

C: In 20 Koku (ca. 4,000 kg) Milch 83 g Ascorbinsäure zugefügt und wie gewöhnlich verstäubt.

D: Verstäubt, während Stickstoff in die kondensierte Milch wie (C) eingeblasen wurde.

a: Verpackt in Luft.

b: Verpackt in Vakuum.

c: Verpackt in Stickstoff. (Die zur Herstellung des Vakuums erforderliche Zeit betrug ca. 20 Sekunden; die Zeit, während der das Vakuum erhalten blieb, betrug ca. 60 Sekunden; die zur Anfüllung mit N_2 gebrauchte Zeit betrug ca. 10 Sekunden.)

In einem Becherglas wurden 13 g Trockenmilch mit ein wenig Wasser von 40°C gelöst, nach dem raschen Abkühlen in einen 100 ccm Messkolben übergespült, mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und gut gemischt. In 25 ccm von dieser Lösung wurde das Vitamin C nach RADEFF [92] (1938) bestimmt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Versuch I:

Tabelle 29. Der Einfluss der Verpackungsmethoden auf den Vitamin C Gehalt der Trockenmilch (mg %)

	Luft	Vakuum	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	Mittel (A_1–B_3)
Am Anfang (27.Januar)	10.9	10.9	11.2	10.9	10.9	10.8	10.9	10.9	10.9
Nach 4 Wochen bei 37°C	4.6	4.6	7.4	6.2	7.0	4.0	6.8	7.6	6.5
Nach 8 Wochen bei 37°C	3.4	4.1	6.0	7.3	6.6	6.6	5.6	6.6	6.4

Nach dieser Tabelle ist der Vitamin C Gehalt der Trockenmilch von "Luft" und "Vakuum" 4.6 mg % und der der Trockenmilch von "Stickstoff"

4.0～7.6 mg %, im Durchschnitt 6.5 mg % nach 4 Wochen bei 37°C. Nach 8 Wochen bei 37°C wurde diese Differenz noch grösser. Bei allen Proben war die Verminderung des Vitamin C während der Aufbewahrung von der 4ten zu der 8ten Woche geringer als die von Anfang zu der 4ten Woche.

Versuch II:

Tabelle 30. Der Einfluss der Herstellungs- und Verpackungsmethoden auf den Vitamin C Gehalt der Trockenmilch (mg %)

	A			B			C			D		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Am Anfang (26. Oktober)	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	16.1	16.9	16.9	20.6	20.6	20.6
Nach 1 Monat bei 40°C	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	13.5	13.5	13.5	16.0	16.0	16.0
Nach 2 Monaten bei 40°C	4.1	4.1	4.1	4.1	4.6	4.6	11.6	13.0	13.0	13.8	14.6	14.6
Nach 3 Monaten bei 40°C	3.3	3.6	3.6	3.3	3.6	3.6	9.9	10.3	11.0	12.0	12.5	12.5
Nach 4 Monaten bei 40°C	3.3	3.6	3.6	3.3	3.6	3.6	9.8	10.3	10.5	12.0	12.2	12.4
Nach 4 Monaten bei 0°C	5.5	5.7	5.8	5.5	5.7	5.8	16.1	16.7	16.7	20.2	20.4	20.4

Diese Tabelle zeigt, dass es keinen Unterschied zwischen verschiedenen Verpackungsmethoden gibt. Über die Verpackungsmethode muss man noch viele Versuche machen. Die Tabelle zeigt ausserdem, dass es keinen Unterschied zwischen A und B gibt, aber es von Anfang an einen klaren Unterschied zwischen C und D gibt. Wenn Ascorbinsäure der Milch zugefügt wird, dann ist es sehr nützlich, in die Milch während ihrer Verstäubung Stickstoff einzublasen.

Nach dieser Tabelle gibt es keine Verminderung des Vitamin C, wenn die Trockenmilch 4 Monate lang bei 0°C aufbewahrt wird.

Tabelle 31. Die Veränderung von Vitamin C Gehalt der Trockenmilch nach dem Öffnen der Büchsen (mg %)

	A			B			C			D		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Sofort nach Öffnen (21. Feb.)	5.5	5.7	5.8	5.5	5.7	5.8	16.1	16.7	16.7	20.2	20.4	20.4
Nach 15 Tagen bei -7～4°C	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	16.1	16.7	16.7	19.5	19.5	19.5
Nach noch 15 Tagen bei -4～8°C	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	14.5	14.5	14.5	16.9	16.9	16.9

Aus Tabelle 31 geht hervor, dass das Vitamin C in der Trockenmilch in der geöffneten Büchse sich gar nicht vermindert, wenn die geöffnete Büchse in der Luft 15 Tage lang bei −7～4°C (Feuchtigkeit: 79～91%) stehen gelassen wird. In Wintermonaten (von Ende Februar bis Anfang März) in Hokkaido behält die Trockenmilch in einer geöffneten Büchse ihren Vitamin C Gehalt

ganz und gar während etwa 15 Tagen.

(XIV) DER VITAMIN C GEHALT VON GEZUCKERTER KONDENSMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Kondensmilchproben wurden alle aus den Fabriken direkt gewonnen. In einem Becherglas wurden 25 g Kondensmilch mit Wasser gelöst, in einen 100 ccm Messkolben übergespült, mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und gut gemischt. In 25 ccm von dieser Lösung wurde das Vitamin C nach RADEFF[92] (1938) bestimmt.

II. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 32. Vitamin C Gehalt von gezuckerter Kondensmilch

Art der Kondensmilch	Dose Nr	Alter nach der Herstellung (Tage)	Vitamin C Gehalt (mg)	
			in 100ccm Lösung	in 100g Kondensmilch
In Fabrik A hergestellt	1	167	0.57	2.28
	2	161	0.56	2.24
	3	148	0.57	2.28
	4	137	0.58	2.32
	5	125	0.66	2.64
	6	116	0.66	2.64
	7	109	0.60	2.40
	8	93	0.61	2.44
	9	76	0.62	2.48
In Fabrik B hergestellt	1	60	0.63	2.54
	2	55	0.69	2.76
	3	53	0.78	3.12
	4	52	0.72	2.88
	5	51	0.78	3.12
	6	48	0.75	3.00
In Fabrik C hergestellt	1	32	0.65	2.65
	2	31	0.74	2.96
	3	30	0.61	2.44
	4	30	0.69	2.76
	5	18	0.66	2.64
	6	17	0.77	3.08
	7	16	0.79	3.16
	8	15	0.82	3.28
	9	14	0.77	3.08
	10	11	0.75	3.00

Nach dieser Tabelle ist der Vitamin C Gehalt der gezuckerten Kondensmilch 2.24–3.28 mg%, mit dem Ergebnis 2.6 mg % von TOMOI & TOMITA[125] (1937) beinahe übereinstimmend.

Betrachtet man den Vitamin C Gehalt der Lösung, deren Konzentration mit der der Milch fast gleich ist, so ist er 0.56–0.82 mg in 100 ccm. Vergleicht man nun diesen Wert mit dem Vitamin C Gehalt der Milch, der bei Holsteinrasse

1.6 mg in 100 ccm ist, so geht daraus hervor, dass die gezuckerte Kondensmilch 35–50% von Vitamin C der Originalmilch enthält.

Bei den Kondensmilchprodukten ein und derselben Fabrik ist es ersichtlich, dass je frischer die Probe ist, desto grösser ihr Vitamin C Gehalt ist.

Die Kondensmilchprodukte verschiedener Fabriken, deren Alter nach der Herstellung fast gleich sind, zeigen nicht so grosse Unterschied in dem Vitamin C Gehalt wie bei Trockenmilch.

(XV) DER VITAMIN C GEHALT VON UNGEZUCKERTER KONDENSMILCH

I. MATERIAL UND METHODE

Die Proben wurden alle aus den Fabriken direkt gewonnen.

In einem Becherglas wurden 50 g ungezuckerte Kondensmilch mit Wasser gelöst, in einen 100 ccm Messkolben übergespült, mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und gut gemischt. In 25 ccm von dieser Lösung wurde das Vitamin C nach RADEFF [92] (1938) bestimmt.

II. EEGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 33. Vitamin C Gehalt von ungezuckerter Kondensmilch

Milchproben	Büchse Nr	Alter nach der Herstellung (Tage)	Vitamin C Gehalt (mg)	
			in 100ccm Lösung	in 100g evaporierter Milch
In Fabrik A hergestellt	1	3Jahre 5Monate 16	0.76	1.52
	2	3 〃 3 〃 20	0.77	1.54
	3	3 〃 3 〃 3	0.95	1.90
	4	3 〃 1 〃 0	0.88	1.76
	5	2 〃 5 〃 4	0.57	1.14
	6	2 〃 4 〃 11	0.68	1.36
	7	2 〃 3 〃 11	0.64	1.28
	8	2 〃 1 〃 28	0.77	1.54
	9	1 〃 5 〃 27	0.63	1.26
	10	1 〃 2 〃 10	0.58	1.16
	11	1 〃 2 〃 9	0.63	1.26
	12	1 〃 2 〃 8	0.65	1.30
	13	1 〃 2 〃 7	0.89	1.78
	14	1 〃 2 〃 7	0.50	1.00
	15	1 〃 2 〃 6	0.52	1.04
	16	1 〃 2 〃 5	0.82	1.64
	17	1 〃 2 〃 2	0.57	1.14
	18	1 〃 2 〃 1	0.46	0.92
	19	1 〃 1 〃 2	0.72	1.44
	20	1 〃 0 〃 7	0.38	0.76
	21	8 〃 18	0.24	0.48
	22	6 〃 28	0.24	0.48
	23	3 〃 15	0.38	0.76
	24	3 〃 8	0.91	1.82
	25	2 〃 4	0.26	0.52

	1	21	0.28	0.56
	2	20	0.26	0.52
	3	19	0.24	0.48
	4	18	0.26	0.52
In Fabrik B hergestellt	5	17	0.40	0.80
	6	15	0.27	0.54
	7	13	0.28	0.56
	8	11	0.28	0.56
	9	9	0.30	0.60
	10	7	0.32	0.64

Nach dieser Tabelle ist der Vitamin C Gehalt von ungezuckerter Kondensmilch 0.48–1.90 mg %, mit dem Ergebnis von KEIMATU & YAMAGUTI [60] (1935) beinahe übereinstimmend.

Betrachtet man den Vitamin C Gehalt der Lösung, deren Konzentration mit der der Milch fast gleich ist, so ist er 0.24–0.95 mg in 100 ccm. Vergleicht man nun diesen Wert mit dem Vitamin C Gehalt der Milch, so geht daraus hervor, dass die ungezuckerte Kondensmilch 15–60 % des Vitamin C der Originalmilch enthält. Wie schon vorerwähnt, enthalten ungezuckerte Kondensmilchprodukte ca. 15 % von Vitamin C der Milch nach SCHLEMMER *et al.*[105] (1932) und ca. 60 % von Vitamin C der Milch nach HART *et al.*[34] (1918/19).

Bei den Proben aus ein und derselben Fabrik ist es ersichtlich, dass der Vitamin C Gehalt von ungezuckerter Kondensmilch von ihrem Alter nicht abhängig ist.

(XVI) ZUSAMMENFASSUNG

(1) Der Vitamin C Gehalt der Milch von Holsteinrasse ist 1.90 mg als Maximum, 1.23mg als Minimum und 1.64 mg im Durchschnitt in 100 ccm, und der der Milch von Guernseyrasse ist 2.62 mg als Maximum, 2.03 mg als Minimum und 2.34 mg im Durchschnitt in 100 ccm, in der Zeit von Anfang Juni bis Mitte Juli. Daher ist der Vitamin C Gehalt der Milch von den Rinderrassen abhängig.

(2) Sowohl bei Holsteinrasse als auch bei Guernseyrasse ist der Vitamin C Gehalt der Milch von Individualität abhängig.

(3) Sowohl bei gemischter Milch als auch bei einzelner Milch ist der Vitamin C Gehalt der Milch von Tag zu Tag verschieden.

(4) Der Vitamin C Gehalt der Milch von 2 F_1–Tieren von Jersey ♀ × Holstein ♂ ist im Durchschnitt 1.87 mg und 2.35 mg in 100 ccm, und der erstere ist dem Durchschnittswert der Holsteinmilch und der letztere dem der Jerseymilch fast gleich.

(5) Der Vitamin C Gehalt der Kolostrummilch ist der grösste sofort nach

der Geburt und nimmt später ab, an dem ersten bis vierten Tag nach der Geburt auf ein Minimum kommend, und wird dann wieder grösser.

(6) Die Veränderungen des Vitamin C Gehaltes der Milch während der Dauer der Laktation sind bei den einzelnen Kühen nicht konstant, und in den meisten Fällen wird ein geringer Vitamin C Gehalt in der früheren Zeit als in der späteren Zeit gefunden.

(7) Die jahreszeitlichen Schwankungen des Vitamin C Gehaltes der Milch sind bei den einzelnen Kühen nicht konstant, und in den meisten Fällen ist der Vitamin C Gehalt der Milch grösser von Oktober bis zum Januar.

(8) Der Vitamin C Gehalt der Milch wird durch die Fütterung nicht wesentlich beeinflusst.

(9) Der Vitamin C Gehalt der Milch ist bei verschiedenen Melkpausen nicht gleich, aber der Unterschied ist sehr klein.

(10) Der Vitamin C Gehalt der Milch ist am grössten im Anfangsteil und am geringsten im letzten Teil bei ein und demselben Melken, aber der Unterschied ist sehr klein.

(11) Der Vitamin C Gehalt der Milch ist bei verschiedenen Milchdrüsen ein und desselben Individuums nicht gleich, aber der Unterschied ist sehr klein.

(12) Die durch verschiedene Pasteurisierungen zerstörte Menge von Vitamin C der Milch ist bei Holsteinmilch und Guernseymilch fast gleich, und sie beträgt pro 100 ccm durchschnittlich 0.17 mg bei der aufgekochten Milch, 0.52 mg bei der dauerpasteurisierten Milch, 0.56 mg bei der aufgekochten und 30 Minuten lang stehen gelassenen Milch und 1.12 mg bei der hochpasteurisierten Milch.

(13) Der Prozentsatz der Zerstörung von Vitamin C durch die verschiedenen Pasteurisierungen beträgt etwa 10% (bei Holsteinmilch) oder 7% (bei Guernseymilch) bei der aufgekochten Milch, etwa 30% (bei Holsteinmilch) oder 20% (bei Guernseymilch) bei der dauerpasteurisierten Milch, etwa 34% (bei Holsteinmilch) oder 23% (bei Guernseymilch) bei der aufgekochten und 30 Minuten lang stehen gelassenen Milch und etwa 68% (bei Holsteinmilch) oder 47% (bei Guernseymilch) bei der hochpasteurisierten Milch.

(14) Das Vitamin C in der Milch wird auch während der Aufbewahrung zerstört, und zwar ist die Zerstörung im Zimmer grösser als im Kühlraum. Selbst im Kühlraum beträgt bei frischer Milch die Menge des zerstörten Vitamin C etwa 0.5mg pro 100 ccm nach 30 Stunden. Dagegen bei aufgekochter Milch wird das Vitamin C selbst nach 30 Stunden gar nicht zerstört.

(15) Die zerstörende Wirkung des Sonnenlichtes auf das Vitamin C in der Milch ist sowohl bei direktem Strahl als auch bei diffusem Tageslicht sehr stark, und zwar bei jenem ist sie etwa 1.7 fach stärker als bei diesem.

(16) Die Menge von dem durch direktes Sonnenlicht zerstörten Vitamin C ist mit den Bestrahlungszeiten nicht proportional, sondern gross im Anfang und später kleiner.

(17) Die zerstörende Wirkung des Sonnenlichtes auf das Vitamin C in der Milch ist etwas grösser bei der frischen Milch als bei der pasteurisierten Milch.

(18) Das Vitamin C in der Milch wird durch Bestrahlung mit künstlichem Strahl zerstört, und in diesem Falle ist der Zerstörungsgrad mit den Bestrahlungszeiten fast proportional.

(19) Der Vitamin C–Verlust durch das Licht ist in roter Flasche am geringsten. Bei Markenmilch des Handels, welche in gewöhnlicher Milchflasche ausgetragen wird, ist zu befürchten, dass die Milch vitamin C–frei wird.

(20) Kleine Menge Kupfer zerstört das Vitamin C in der Milch bedeutend. Bei Eisen ist die schädliche Wirkung im Gegensatz zu Kupfer sehr klein.

(21) Der Vitamin C Gehalt der Zentrifugenmagermilch ist dem der Originalmilch ganz gleich.

(22) Der Vitamin C Gehalt der Trockenmilch variiert innerhalb weiter Grenzen, d. h. von 0.6 bis 9.4 mg %, und er ist von den Altern und vielleicht von den Herstellungsmethoden abhängig.

(23) In einigen Fällen ist die Verpackung der Trockenmilch in Stickstoff nützlicher als die Verpackung in Vakuum oder die gewöhnliche Verpackung, um das Vitamin C in der Trockenmilch vor Oxydation zu schützen, aber in anderen Fällen ist sie beinahe gar nicht nützlich.

(24) Wenn Ascorbinsäure der Milch zugefügt wird, ist es sehr nützlich, in die Milch während ihrer Zerstäubung Stickstoff einzublasen.

(25) In Wintermonaten in Hokkaido behält die Trockenmilch in einer geöffneten Büchse ihren Vitamin C Gehalt ganz und gar während etwa 15 Tagen.

(26) Die gezuckerte Kondensmilch enthält 2.24–3.28 mg % Vitamin C, und zwar 35–50% von Vitamin C in der Originalmilch. Und ihr Vitamin C Gehalt ist von den Altern nach der Herstellung abhängig.

(27) Die ungezuckerte Kondensmilch enthält 0.5–1.9 mg % Vitamin C, und zwar 15–60% von Vitamin C in der Originalmilch. Uud ihr Vitamin C Gehalt ist von den Altern nach der Herstellung nicht abhängig.

VERDANKUNGEN

Es ist mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dr. A. MIYAWAKI, auf dessen Anregung und Leitung die vorliegende Arbeit entstanden ist, an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Ebenso schulde ich Herrn Prof. Dr. Y. NAKAMURA für seine wertvollen Ratschläge und wohl-

wollende Freundlichkeit meinen besten Dank. Schliesslich danke ich herzlich Herrn H. HECKER für seine sehr freundliche und sorgfältige Berichtigung des Manuskriptes.

(XVII) LITERATURVERZEICHNIS

(1) ANAGAMA. 1938. Jap. J. Zootech. Sci., **11**: 5.
(2) ANDERSON, DUTCHER, ECKLES & WILBUR. 1921. Science, **53**: 446.
(3) ARON & KLINKE. 1936. Handb. Bioch. Oppenheimer. Erg.-Bd. **3**: 304; zit. nach NEUWEILER(84).
(4) ARSHINOV. 1948. Gigiena i Sanit., **13**: (12), 32.
(5) BAKKE & ASCHEHOUG. 1929. Lait, **9**: 749 & 837.
(6) BARNES & HUME. 1919. Biochem. J., **13**: 306.
(7) BAUMANN. 1937. Schweiz. med. Wschr., II, 962; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 252 (1938).
(8) BESSEY & KING. 1933. J. Biol. Chem, **103**: 687.
(9) BIRCH, HARRIS & RAY. 1933. Biochem. J., **27**: 590.
(10) BLUMENBERG. 1926. Z. Kinderheilkde., **40**: 177.
(11) BOOTH & KON. 1934. Nature, Lond., **134**: 536.
(12) CHAKRABORTY. 1935. Indian J. med. Res., **23**: 347; zit. nach KROKER(70).
(13) CAVANAUGH, DUTCHER & HALL. 1923. Amer. J. Dis. Children, **25**: 498.
(14) CHIC, HUME & SKELTON. 1918. Biochem. J., **12**: 131.
(15) CIMMINO. 1938. Quad. Nutriz., **5**: 239; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **20**: R. 218 (1939/40).
(16) COHEN & MENDEL. 1918. J. Biol. Chem., **35**: 425.
(17) CORRENS. 1937. Klin. Wschr., **16**: 81.
(18) CULTRERA & BELLINI. 1938. Ann. Chim. app., **28**: 217; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **20**: R. 16 (1939/40).
(19) DE CARO & SPEIER. 1935. Quad. Nutriz., **2**; 171; zit. nach NEUWEILER (84).
(20) DUTCHER, ECKLES, DAHLE, MEAD & SCHAEFER. 1920/21. J. Biol. Chem., **45**: 119.
(21) FERDINAND. 1936. Klin. Wschr., **15**: 1311.
(22) FRYTAG; zit. nach WACHHOLDER (128).
(23) GABATHULER; zit. nach NEUWEILER (84).
(24) GAETHGENS. 1937. Medizinische Praxis, **24**: zit. nach KROKER (70).
(25) GARRETT, TUCKER & BUTTON. 1938. J. Dairy Sci., **21**: 121.
(26) GARRETT, ARNOLD & HARTMAN. 1940. J. Dairy Sci., **23**: 47.
(27) GÉNIN. 1935. Lait, **15**: 159 & 1101.
(28) GHOSH & GUHA. 1935. Indian med. Gaz., **70**: 382; zit. nach KROKER (70).
(29) GLANZMANN; zit. nach WACHHOLDER (128).
(30) HAAS & MEULEMANS. 1936. Geneesk. Tijdschr. Nederl. -Indie, 2277; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 11 (1938).
(31) HAND. 1943. J. Dairy Sci., **26**: 7.
(32) HAND, GUTHRIE & SHARP. 1938. Science, **87**: 439.
(33) HARRIS & RAY. 1935. Lancet, **228**: 71; zit. nach KROKER (70).

(34) Hart, Steenbock & Smith. 1918/19. J. Biol. Chem., **38**: 305.
(35) Hart, Steenbock & Ellis. 1920. J. Biol. Chem., **42**: 383; Ebenda, **46**: 309 (1921).
(36) Henry, Houston, Kon & Osborne. 1939. J. Dairy Res., **10**: 272.
(37) Herreid, Ruskin, Clark & Parks. 1952. J. Dairy Sci., **35**: 772.
(38) Hess & Unger. 1919. J. Biol. Chem., **38**: 293.
(39) Hess, Unger & Supplee. 1920/21. J. Biol. Chem., **45**: 229.
(40) Hess. 1921. Ind. Eng. Chem., **13**: 1115.
(41) Hess. 1921. J. Amer. Med. Assoc., **76**: 693.
(42) Hess & Unger. 1921. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **19**: 119; zit. nach Titus & Hughes. 1929. J. Dairy Sci., **12**: 90.
(43) Hess & Weinstock. 1924. J. Amer. Med. Assoc., **82**: 952.
(44) Holmes. 1951. J. Amer. Dietetic Assoc., **27**: 578.
(45) Holmes, Tripp, Woelffer & Satterfield. 1939. J. Nutrition, **17**: 187.
(46) Hudita & Ebihara. 1937. Biochem. Z., **290**: 201.
(47) Hughes, Fitch & Cave. 1921. J. Biol. Chem., **46**: 1.
(48) Hughes, Fitch, Cave & Riddell. 1927. J. Biol. Chem., **71**: 309.
(49) Hume. 1921. Biochem. J., **15**: 163.
(50) Inicho & Lawrowa. 1940. Milch- u. Butter-Ind., (1), 4; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **20**: R. 237 (1939/40).
(51) Inoue & Sugiyama. 1936. Tyūō-Zyūigaku-Zassi, **49**: (9).
(52) Jacobsen. 1935. Z. Unters. Lebensmitt., **69**: 306.
(53) Jephcott & Bacharach. 1921. Biochem. J., **15**: 129.
(54) Jung; zit. nach Wachholder (128).
(55) Jung. 1940. Klin. Wschr., **19**: 153.
(56) Kasahara. 1935. Zikken-Ihō, **21**: (248).
(57) Kasahara. 1935. Zikken-Ihō, **22**: (253).
(58) Kasahara & Kawasima. 1936. Z. Kinderheilkde., **58**: 191.
(59) Kawasima. 1937. Zikazassi, **43**: (7).
(60) Keimatu & Yamaguti. 1935. Nippon-Eiseikagaku-Kaisi, **7**: 91.
(61) Kieferle & Zeiler; zit. nach Neuweiler(84).
(62) Kieferle & Eisenreich. 1933. Milchwirtsch. Forsch., **15**: 237.
(63) Kieferle & Seuss. 1939/40. Milchwirtsch. Forsch., **20**: 23.
(64) King & Waugh. 1934. J. Dairy Sci., **17**: 489.
(65) Knight, Dutcher & Guerrant. 1941. J. Dairy Sci., **24**: 567.
(66) Kon & Mawson. 1947. Proc. Roy. Soc. Med., **40**: 900.
(67) Kon & Watson. 1936. Biochem. J., **30**: 2273.
(68) Kon & Watson. 1937. Biochem. J., **31**: 223.
(69) Koreyasu. 1938. Hokkaido-Igaku-Zassi, **16**: 334.
(70) Kroker. 1938. Milchwirtsch. Forsch., **19**: 318.
(71) Lesné & Vagliano. 1924. C. R. Soc. Biol., **90**: 393.
(72) Levy & Fox. 1935. S. Afric. J. Med., **9**: 181; zit. nach Kroker(70).
(73) Loewy. 1925. Münch. Med. Wschr., **72**: 1690.
(74) Lojander. 1935. Acta Soc. Medic. fenn. Duodecim, A 18, H. 1, Nr 9, 1; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **18**: R. 107 (1937).

(75) LOJANDER. 1939. Acta Soc. Medic. fenn. Duodecim, B 27, H. 1/2, Nr 19, 1; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **20**: R. 219 (1939).
(76) MACLEOD. 1927. J. Amer. Med. Assoc., **88**: 1947.
(77) MAENO. 1942. Rakunō-Zizyō, **3**: (6), 14.
(78) MARKUZE. 1939. Biochem. J., **33**: 198.
(79) MATTICK & KON. 1933. Nature, Lond., **132**: 446.
(80) MEULEMANS & HAAS. 1936. Geneesk. Tijdschr. Nederl.-Indie, 2987; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 84 (1938).
(81) MIYAWAKI, MAENO & MIURA. 1940. Nippon-Gakuzyutu-Kyōkai-Hōkoku, **15**: (1), 95.
(82) NAKAYAMA. 1934. Zyōzōgaku-Zassi, **12**: 929.
(83) NASSAU & POGOROCHELSKY. 1925. Dtsch. Med. Wschr., **51**: 985.
(84) NEUWEILER. 1936. Die Vitamine der Milch. Bern.
(85) NOBEL. 1920. Wien Klin. Wschr., 1123.
(86) NUGMANOVA. 1950. Voprosy Pediat., **18**: (5), 54.
(87) OERTEL & KIEFERLE. 1925. Münch. Med. Wschr., **72**: 2097.
(88) OGANOVA. 1950. Gigiena i Sanit., **15**: (7), 29.
(89) OLSON & COPELAND. 1924. J. Dairy Sci., **7**: 370.
(90) PALLADINA & ANOSCHKINA. 1937. Mikrobiologie, **6**: F. 6; zit. nach Milchwirtsch. Forsch. **19**: R. 191 (1938).
(91) RADEFF. 1937/38. Jb. Univ. Sofia, Vet. Med. Fak., **14**: 129; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 252 (1938).
(92) RADEFF. 1938. Milchwirtsch. Forsch., **19**: 187.
(93) RANDOIN & PERROTEAU. 1950. Lait, **30**: 291.
(94) RANGANATHAN. 1935. Indian J. med. Res., **22**: 239; zit. nach KROKER[70].
(95) RASMUSSEN, GUERRANT, SHAW, WELCH & BECHDEL. 1936. J. Nutrition, **11**: 425.
(96) RASMUSSEN, RUSSEL, BOGART & MAYNARD. 1938. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **39**: 502.
(97) RAY, CHAND & RAU. 1941. J. Dairy Res., **12**: 109.
(98) REEDMANN. 1937. Canad. publ. Health J., **28**: 339; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 191 (1938).
(99) RENNER. 1935. Z. Kinderheilkde., **57**: 414.
(100) REYHER. 1926. Klin. Wschr., **5**: 2341.
(101) REYHER. 1926. Arch. Kinderheilkde., **77**: 161.
(102) RIDDELL WHITNAH & HUGHES. 1935. J. Dairy Sci., **18**: 437.
(103) RIDDELL, WHITNAH, HUGHES & LIENHARD. 1936. J. Nutrition, **11**: 47.
(104) RUNDBERG; zit. nach NEUWEILER[84].
(105) SCHLEMMER, BLEYER & CAHNMANN. 1932. Biochem. Z., **254**: 187.
(106) SCHMID. 1937. Arch. Med. enf., **40**, 432; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 270 (1938).
(107) SCHULTZ. 1929. Z. Kinderheilkde., **47**: 449.
(108) SCHWARZE, MURPHY & COX. 1931. J. Nutrition, **4**: 211.
(109) SEELEMAN & HADENFELD. 1925. Berl. tierärztl. Wschr., **41**: 765; Ebenda, **42**: 225 (1926).
(110) SELIGMANN, BORINSKI & NEUMARK. 1926. Klin. Wschr., **5**: 1818.
(111) SELLEG & KING. 1936. J. Nutrition, **11**: 599.
(112) SHARP. 1936. Science, **84**: 461.
(113) SITO, KOBAYASI & MAKI. 1937. Tokyo-Izi-Sinsi, **3035**: 1563.

(114) Stoerr. 1936. Rev. franç, pédiatr. **12**: 427; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **18**: R. 175 (1937).
(115) Suda. 1937. Rinsyō-Syōnika-Zassi, **11**: (3).
(116) Sudholt. 1929. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol., **14**: 175.
(117) Sugiura. 1935. Nippon-Seikagaku-Kaihō, **10**: (4).
(118) Sugiura. 1935. Mansyū-Igakkai-Zassi, **23**: (5).
(119) Sung & Chu. 1937. Chin. med. J., **51**: 315; zit. nach Kroker[70].
(120) Supplee & Bellis. 1922. J. Dairy Sci., **5**: 455.
(121) Supplee & Dow. 1926. Amer. J. Dis. Children, **31**: 41; Ebenda, **41**: 1353 (1931).
(122) Szlendakowa; zit. nach Neuweiler[84].
(123) Takai. 1936. Zyōdai-Syōnika-Zassi, **7**.
(124) Thurston, Palmer & Eckles. 1929. J. Dairy Sci., **12**: 394.
(125) Tomoi & Tomita. 1937. Seikei-Zassi, **56**: (3).
(126) Trout & Gjessing. 1939. J. Dairy Sci., **22**: 271.
(127) Varma *et al.* 1947. Indian J. Vet. Sci. Anim. Husb., **17**: 185.
(128) Wachholder. 1936. Klin. Wschr., **15**: 593.
(129) Wendt. 1938. Skand. Arch. Physiol., **80**: 398; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **20**: R. 133 (1939/40).
(130) Werder & Antener. 1939. Schweiz. Milchztg., **65**: 399; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **20**: R. 203 (1939/40).
(131) Whitnah, Riddell & Caulfield. 1936. J. Dairy Sci., **19**: 373.
(132) Whitnah & Riddell. 1937. J. Dairy Sci., **20**: 9.
(133) Widenbauer. 1937. Ernährung, **2**: 64; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 85 (1938).
(134) Widenbauer & Kühner. 1937. Z. Vitaminforsch., **6**: 50; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R.84 (1938).
(135) Winkler & Heins. 1938. Z. Geburtsh., **117**: 148; zit. nach Milchwirtsch. Forsch., **19**: R. 314 (1938).
(136) Yazaki. 1937. Zika-Zassi, **43**: (4).
(137) Yüceoglu. 1949. Ann. Paediat., **173**: 142.

仔牛せり市に於けるせり人と買手について

——広島県に於ける和牛せり市を中心として——

小　野　茂　樹

広島大学水畜産学部畜産学科

Auctioneers and Buyers in Calf Auctions

(Auctions of Japanese Native Cattle in Hiroshima Prefecture)

Shigeki ONO

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Text-figs. 1-2; Tables 1-11)

(I) ま え が き…… 95
(II) 家畜のせり取引…… 96
(III) 仔牛せり市に於けるせり人…… 97
(IV) せり価格に影響する心理的要因…… 99
(V) せり人の技術…… 101
(VI) せり技術の限界…… 105
(VII) 仔牛せり市に於ける買手…… 107
(VIII) む　す　び…… 111
(IX) Summary in English …… 113
(X) 参 考 文 献…… 115

(I) ま え が き

家畜の取引をめぐる慣行には，古い仕来りが，昔からの姿そのままに持ち越され，それが，おくれたわが国の農業生産関係の中にあつて，いわゆる前期的商人資本活動の好個の地盤となり，ために畜産における最終の利益が，生産者たる農民のものとはならないで終つている．

役肉用牛の取引に於いても，前期的商人資本は，袖下取引その他，特殊な取引慣行のもとに，農民を市場から遠ざけ，庭先売買を通して「売」と「買」とを不可分にし，「下買」及び「前借」或は家畜小作などの恩恵を支えつつ，いわゆるダヤ先の関係を成立させ，零細農業の上にその寄生的，独占的地位を占めているのが現状である．

然しながら他面，農民は商人資本に依存しなければ，役肉用牛の取引，或は飼養さえ出来ないほど，取引機構そのものが複雑であり，農民自身の経済的基礎が脆弱であるとも考えられる．換言すれば，少くとも現在の社会経済的条件を所与の前提とする限り，役肉用牛の取引をめぐ

る前代的慣行の存在も，また止むをえないと思われるものが多い．

ただわが国農業の零細性という問題は，農業生産及び流通関係の後進性にとつて，共通の因果関係と考えられ，必ずしも，家畜取引のみの前時代的性格を説明する理由にはならない．即ち，役肉用牛の取引をして，他の農産物の流通に比べて，著しく複雑にし，かつ時代感覚的にみておくれたものにしている原因としては，役肉用牛取引の内側に於いて，その近代化をはばんでいる何ものかがあるに違いないと思われる．

先ず，考えられるのは，取引の対象たる役肉用牛自体が，近代的取引の対象としての性格，即ち商品としての規格の統一性に欠けているという点である．勿論役肉用牛でも用途別，或は成仔別にみれば，それぞれ商品性に大小があり，一様ではないが，一般に，役肉用牛は集団的貯蔵が困難であるばかりでなく，用途そのものが未分化の段階にあり，而も評価の判定が極めて複雑である．地方或は個人の「好み」といつた主観的なものが，評価に際してかなり重要な要素となり，したがつて，取引が個別的にならざるを得ない．然し，商品性という点のみからみれば，規格の統一性に欠けるものには，単に役肉用牛のみではなく，他の家畜はもとより，後述する如き各種の商品があり，而も，規格の統一性という問題は，生産技術上の所産であるのみならず，社会経済的な概念として考えるべきものであるから，役肉用牛に商品的性格に欠ける点があるとしても，それのみが取引の前近代的であることの全部の理由とはならない．

即ち規格の統一性に乏しいのみならず，役肉用牛は多くの農家にとつて，1カ年にせいぜい1〜2頭の取引であり，而もその価格はわが国農家の経済にとつて著しく高価であるために，農家の側からも，取引における個別評価を重視し，これを職人的技術にゆだね，取引をして前期的商人資本の好餌たらしめているのが実情である．

取引の内側から，役肉用牛取引をおくれたものとしている第三の理由としては，市場に於ける取引組織或は施設の問題がある．

これは前述した役肉用牛の商品としての特殊性に関連を持ち，両者を切りはなして考えることは出来ないのであるが，例えば，肉牛は推定枝肉を基礎とした立牛による取引であり，而も市場によりそれぞれ独特の建値方法が行われている．これは系統的な冷蔵体系，或は，秤量施設を欠いていることにもよるが，一般に市場にはその市場独特の慣習や性格があつて，この市場の慣習や性格を理解できるまでには，取引経験者といえども相当の時日を要するほどで，取引をして殊更に複雑なものとし，而もこのような非合理的な独善的な取引機構の中で，保守的，寄生的な利益が温存されているのである．

上述した如く，役肉用牛取引の近代化を阻んでいる条件は複雑であり，取引に於ける近代的な価値法則の貫徹を期待することは至難であるが，然し生産者農民の立場から，出来るだけ公正に個体評価の実現をはかる方途がない訳ではない．本稿で採り上げたせり取引がその一つである．

(II) 家畜のせり取引

せり取引の対象とされる商品は，家畜以外に ① 美術骨董品の類，② 羊毛・珈琲・茶等の特殊農産物，③ 生鮮食料品の類がある．これらの商品がせり売りされるのは慣行的なものもあるが，概していえば，何れも商品としての規格に統一性がなく，現品を示して取引する必要があるか，或は変質し易く取引に迅速を要する商品である為である．

家畜のせり取引は，欧米では Combination Sale 或は Community Auction として他の道具

類と共にせり市の開かれるもの，及び家畜のみを対象とした Livestock Auction とがあるが，取引される家畜の種類も多く，また必ずしも個体取引ではない．之に反しわが国に於いては家畜のせり取引は他の商品とは独立して制度化され，対象となる家畜も牛馬の仔を中心としており，生産地市場としての色彩が濃い．また，個体取引であるためにせり取引の規模も一般に小さい．

何れにしても，家畜のせり取引は田園的市場取引であり，市場取引規模にも一定の限界があると思われるが，然しその社会経済的意義は国民経済的な，また時代的特色を反映しつつ推移していると見られる．

わが国に於ける家畜のせり市としては，古くは藩政時代に於ける2才駒のせり市が著名である．これは馬産地の諸藩に於て，2才駒（牡）のせり取引を藩の重要な財源とみて法制化し，その隆盛をはかつたのであり，したがつて，せりに於ける歩合金或は上納金は極めて高率なものであつた．明治に入つてからも，当初はせり金額の四公六民或は三公七民という如き，高い歩合金を徴していたという．

然るに，その後に於けるわが国畜産の発達に伴い，家畜価格の相場にうとい生産者農民にとつて，最も公正でありしかも高価に家畜を販売し得る方法として，せり取引が採り上げられ，これにより流通面における生産者の利益を擁護せんとする政策的意図が強くなつた．今日仔畜のせり取引を県条例で規定し，せりまたはそれに準じた評価を経なければ，仔畜の売買を禁止している地方が，主として中国地方の仔牛生産県に多いのはこのためである．

かくの如く．家畜がせり取引される理由としては，家畜の商品的性格がせり売りされるに相応しい商品であるとしても．その社会経済的意義にはそれぞれの時代的特色がうかがわれる．したがつてわが国に於いて今日．牛馬成畜の市場取引は依然として商人間の相対取引が支配的であるに拘らず．生産者の委託販売たる仔畜の市場取引に於てせり形式が一般に採用されているのは，上記の如き事由によるものと解すべきであろう．

而も，現在農林省で立案をみている家畜取引改善に関する法案によれば，家畜の市場取引は原則としてせりによるべきこととしているが，その実現の成否はともかくとして．家畜市場取引に於けるせり形式の重要性は，今後も益々高められてゆくに相違ないと思われる．

(III) 仔牛せり市に於けるせり人

せりとは「1人の売手と多数の買手とが，相場の見込の範囲内で，売手はなるべく高く売ろうとし．買手はなるべく安く，而もわれ勝ちに買取ろうとして同時に公開的に値段を競う売買の一方式をいうので，いわゆる競争売買の一部門」であるが，取引対象である商品の種類により，或は慣行・制度によつてその内容は必ずしも同一ではない．然し，せりには必ずせり人を必要とし，せり人が上記の「1人の売手」の立場に立ち，「なるべく高く売ろうとする」任務を遂行するものである．

青果物や鮮魚のせり市場にあつては，せり人の所属，即ちせり人が卸売業者に所属するか，市場開設者である各種団体に所属するか，または中間的立場に立つかにつきその是非が論議されているが，その所属はどうあろうとせり人はせりを主たる業務として専門的職業化しているとみてよいであろう．

家畜のせり市に於いても，例えば米国に於てはせり人はせり会社に雇傭せられ，また家畜の種類別によつてもせり人の専門化がみられるが，わが国に於いてはせり市の規模（入場頭数・

開設日数・取引方法その他）が小さく，多くは郡（市）別の畜産組合連合会単位に於いて経営されているため，家畜商その他が，市場開設者の委嘱により嘱託として或は臨時のせり人としてせり市に於ける売手の立場に立つものが多い．

例えば広島県（註1）に於ける44カ所（29年度）のせり市は13（郡）の「畜連」を単位として開設されているが，それぞれの畜連は1乃至数名の，主として家畜商をせり人として委嘱している．せり市が畜連単位で運営されているため，せり人の身分・待遇・職務内容等は同一ではないが，広島県芦品（郡）畜連では府中・駅家及び大正の3せり市を開設し，嘱託として1名のせり人（家畜商）と2名の助手を置いている．せり人は月2～3回のせり市に於いてせり及び家畜の発送斡旋を委託されているが，せり人は家畜商として別個に，自らの計算に於て家畜の売買を業としている．この芦品畜連に於けるせり人の手当は月3,000円であるが，多く

第1表　仔牛せり市に於けるせり人の調査　　—中国六県—

［A］

県別	調査対象畜連数	1畜連当り		家畜商のせり人数	家畜商でないせり人数
		せり市場数	せり人数		
			人	%	%
山口	6	3.1	2.3	8.3	91.7
広島	8	3.3	1.9	86.7	13.3
岡山	8	5.0	1.8	92.9	7.1
島根	8	4.5	2.2	94.4	5.6
鳥取	5	3.8	1.6	25.0	75.0
兵庫	10	1.2	2.2	31.8	68.2
計	45	3.4	2.0	58.9	41.1

備　考　1. 調査対象とした畜連数計は実数の62.5%に当る．
2. 兵庫県を中国六県に加えたのは従来からの慣行による．
3. 昭和30年1月現在．アンケートによる．

［B］

県別	家畜商のせり人（平均）			家畜商でないせり人			
	家畜商経験年数	せり人経験年数	日当	畜連職員数	嘱託・その他	せり人経験年数	日当*
	年	年	円	%	%	年	円
山口	8.0	5.0	400	69.2	30.8	9.3	200
広島	18.1	7.4	1,000	100.0	0	4.5	—
岡山	22.6	15.5	1,230	0	100.0	11.5	1,250
島根	15.9	8.8	1,300	0	100.0	10.0	3,000
鳥取	29.5	30.5	1,000	0	100.0	18.3	1,320
兵庫	28.3	15.1	2,100	0	100.0	17.3	2,320
計	20.2	11.6	1,300	28.2	71.8	13.7	1,830

備　考　*には畜連職員は含まない．

は日当計算であり，また比婆郡畜連（広島）の如く取扱仔牛1頭当り10円というような支払方法をとるものもある．

兵庫県を含めた，いわゆる中国六県に於ける畜連単位にみたせり人について平均的な状況を示したものが第1表であるが，1畜連で雇傭しているせり人の数は鳥取県の1.6人を最小とし，山口県の2.3人が最も多く，これらせり人数は必ずしも畜連の開設するせり市場数には関係ない．

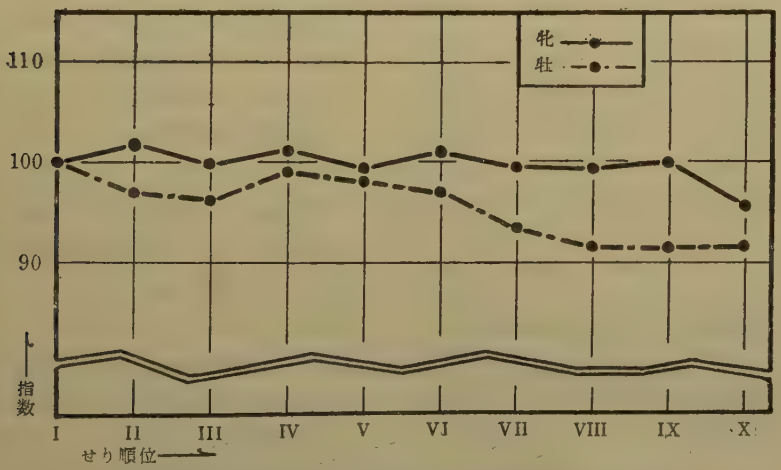
せり人の身分は島根・岡山・広島の諸県では家畜商が圧倒的に多く，山口・鳥取・兵庫県に於ては家畜商身分でないものが多い．また家畜商でないせり人でも畜連職員がせり人を勤めている事例は広島・山口を除いては1県もみられない．即ちせり人は特殊的技能者とされ，その経験年数も比較的長期である．なお，せり人に対する手当は表では日当で示しておいたが，支払方法は前述した如く一定したものではない．

せり市の開設者は，その地方に於ける生産者から委託をうけた仔牛をせりにかけ，せり落し価格の何％（広島県条例では5％以内と規定され，実際は4％）かを手数料として委託者（農民）から徴収しており，せり人の手当はこの中から支弁される．

ともかく「1人の売手」としてせり市にのぞむせり人は仔牛の相場に対して正確な判断をもつと共に，その需給関係等についても専門的知識を必要とするが，同時にせり売買が一種の心理的要因により支えられている部分が多いから，せり市の雰囲気を巧みにとらえて買手側の競争心を刺戟する才能や勘に恵まれていなければならない．

(IV)　せり価格に影響する心理的要因

せりが買手の心理的条件に動かされていることを示す一つの理由として，せり市に於いては，せり開始後しばらくはせり価格が稍々低目にせり落され，せりが活気ずくに従い漸次せり落し価格が高くなり（いわゆる中高の現象）その後稍々ダレ気味となつてせりが終了するといわれている．かかるせり順位による価格の動きがあるために，せり順位の決定に当つては，それぞれのせり市において固有の方法が考えられており，例えば ① 仔牛出荷町村別にまとめ，



第1図　せり順位による仔牛価格の変動指数（I＝100）
—広島県F市場—

備考　仔牛価格は昭和28～29年に於けるせり市に入荷した全部の仔牛すなわち牝2,209頭，牡2,143頭につき調査したものである．

番号をつけられた出荷名簿を作製しておき，出荷者の1人にクジを引かせてその番号の仔牛からせり始めるという方法，② 出荷する町村の番号を最初から決めておき，せり市毎にせり始めの番号を変えてゆく方法，③ 出荷名簿の番号の中10番おきとか20番おきとかに出荷者を選出して抽籤により何番からせり始めと決定する方法などがそれである．

第1図は広島県東部に於ける代表的なせり市の1つ，F市場における昭和28年1月から29年12月にわたる計24回（月1回の開市）のせり市につき，せり順位によるせり価格の変化を平均的に示したものである．即ち，各回のせり市に於けるせりにかけられた仔牛をせり順位にしたがつて各々10等分し，I, II, III, …… X のせり順位10組を作り，これを組毎に集計してそれぞれの組に於ける牝牡別の1頭平均価格を求め，せり順位Iの組を100とした指数により，せり順位による仔牛価格の変化を示したが，通説によるとせり順位 I・II 組はせり価格最も低く，Vを中心としてその前後IV・VIが最も高く，IX・Xが再び低くなるべき筈である．然るに第1図の示すところでは，牝価に於いてはせり順位最終の組たるXの価格下落を除いては，せり順位による価格の騰落現象とおぼしきものは認められず，牡価に於いても，I の組が通説とは逆に最も高いという結果を示している．

せりの終了前においてせり価格が下落するのは，買手側が大体予定購入頭数を充足した後の需要の停滞に原因するものと思われ，通説による単なる心理的条件に由来する相場のダルみと解すべきではなかろう．然し図に於ける牡価の動きには，通説とは稍々事情を異にするが，いわゆる「中高」の現象とみらるべき，せりの中頃に於ける価格の上昇がうかがわれるようである．尤も第1図は指数90から110までの間に於ける価格の変化を強調して示しているから，中高の現象といつても，実際には大した価格の変化ではないのであるが，ともあれ，牝牡の間で稍々違つたせり価格の動きがみられるのは何に原因するのであろうか．

第2表　仔牛せり市に於ける10頭以上の購買者数および購買頭数　(昭和29年) —広島県F市場—

月別	牝			牡		
	購買者数	購買頭数	1人当頭数	購買者数	購買頭数	1人当頭数
月	人	頭	頭	人	頭	頭
1	2	65	32.5	2	44	22.0
2	1	22	22.0	4	68	17.0
3	1	12	12.0	2	29	14.5
4	—	—	—	3	79	26.3
5	1	18	18.0	2	73	36.5
6	1	10	10.0	2	44	22.0
7	3	70	13.3	1	48	48.0
8	1	10	10.0	2	28	14.0
9	2	38	19.0	4	82	20.5
10	1	26	26.0	5	99	19.8
11	1	18	18.0	2	29	14.5
12	2	24	12.0	4	56	14.0
計	16	313	19.6	33	679	20.6

備　考　1. 月1回のせり市開催であるから月別は同時にせり市別を示す．
2. 通年の全入荷頭数は（本表のものを加えて）牝1,233頭，牡1,218頭である．

第2表は，F市場に於ける昭和29年度のせり市に参加した買手の，仔牛購入状況の一端を示したものであるが，月別（すなわちせり市日別）にみた10頭以上の仔牛を購入した買手の数は，牝に於いては 1・7・9・12 月にのみ2～3名がみられるにすぎないのに，牡では7月の1名を除いては各月とも2～5名の買手がいたことが判る．而も，F市場に於けるせり入荷頭数は，本表以外のもの（1人10頭

未満のもの）を加えて牝1,233頭，牡1,218頭であるから，本表に於ける牡の過半679頭は牡の全入荷頭数の56%となり，1せり市に於ける10頭以上の購入者，及びその頭数の占める意義の重要性が判るが，要するにこれら大口購入者の間に演ぜられる，一種の購買競争が，牝に於けるよりも牡に於いて烈しいものであることが，この表を通してうかがわれるであろう。（28年度については省略したが，29年度と大体同じ傾向が認められた。）

換言すれば第1図にみられるようなF市場に於ける，牝牡別によるせり価格の動向及びその相違は，せり市に参加した買手の牝牡別に示した購入状況の相違に由来するものであり，それらがせり順位に全く無関係ではないにしても，通説の如き，せりの進行に伴いかもし出される，単純な心理的条件の変化に由来する，定式的な価格の動きだとは認め難いのである。

資料が不充分であるから，断定はできないが，せり市に於いて評価に参加する買手にしても，またせり人にしても，何れも取引に関する専門家であり，仔牛の相場に通じている人達であるから，せりの順位により評価に大きく狂いがあろうとは考えられない。F市場では，せり開始直後のせり価格が最も低いという従来からの通念に基き，せり順位1～10番のものは希望によつては再ぜり（翌月のせり市において，せり順位の真中前後に置きせり直す）にかけているが，それによつてせり価格が特に是正されたとは認められず，したがつて最近では再ぜりの希望は殆んどないとのことである。

ただ，せり順位によりせり価格に変化のあることが当事者間に広く信ぜられているのも事実であるから，仔牛の資質を判定する客観的な基準もなく，したがつて牛価相場が極めて不安定であつた時代には，買手相互の競争意識に介在しつつ，せり順位が相当程度牛価を動かしており，それが経験を通して伝承的に今日もそのまま信ぜられているものと解すべきではなかろうか。

個々の牛価が買手の競争意識からつり上げられたり，1つのせり市の全般的な牛価が，買手の数や質によつて左右されることは，屢々経験されるところであり，それが需給関係に基く現象にしろ，すべて経済行為というものが純粋に客観的ではあり得ないのであるから，競売の一種たるせり売買に心理的な要因が働くことはむしろ自然であり，本来的なものなのだが，せりが制度化され，取引の対象たる商品の規格に或程度の基準が出来上るにつれて，評価も次第に客観的なものになつてくるであろう。

ともあれ，取引方法としてのせり形式というものは，極めて単純なものであり，せりをめぐる各種の慣行も昔のものがそのまま持ち越されている。例えばせり市開始以前に買手一同に対して「おみき」がふるまわれ，せりに景気をつけて市を開くという昔の仕来りが今日もそのまま守られている状態であるから（註2），このようなせり市を処理してゆくせり人には，特定の技能・経験を必要とされ，多くは経験・信用の厚いと認められる家畜商を以つて充てられている訳である。

(V) せ り 人 の 技 術

せり人の技術の巧拙は結局，せり価格を出来るだけ高く上げ得ることの如何により決められるべきことは，前述のせりの定義からしても明らかであるが，仔牛価格の個体差が著しいのみでなく，価格を支える条件が多いから，実際問題としてせり価格に及ぼすせり技術の巧拙を判定することは困難である。

一般にせり取引を極めて動的なものとする観方にしたがうならば，せりに於けるせり人の技

術・能力は極めて高く評価されねばならない．即ちせりは買手同志の競争であると共にせり人と買手との競争であり，せり人の高値への努力に対して買手は引き下げようとする引っ張り合いの競争である．上手なせり人とは，かかる買手との競争に打勝ち得るせり人であるが，それには勿論限界があり，また取引される商品の種類によつても異るものと思われる．

後述するごとく，仔牛のように評価の客観的基準というものがある程度でき上つており，せりに参加する買手も専門の家畜商であり，さらに生産者も終局の需要者も共に農民であるために，社会的にみた需給関係のほぼ一定した商品にあつては，せり人のせり価格に及ぼす技術・能力の限界も狭められているのではなかろうか．したがつて特別に優秀なせり人や下手なせり人を例外的なものと考え，またせり人がせり価格に対して特定の操作(不正)を試みない以上，せり価格に及ぼすせり人の技術に対して，ことさらに特殊視或は過大視する傾向は是正されなければならないであろう．

然し，それにも拘らずせり落しに至るまでの過程に於いては，せり人により或は市場によつてそれぞれ傾向的な特徴が摘出できるから，これらの点につき以下筆者の試みた2,3の調査に基く見解の一端を紹介したい．

調査の対象としたせり市は広島県下に於ける甲乙2市場であるが，何れも県下の有数のせり市であり，而もせり市の規模に於いて共に大体似かよつた市場である．甲市場に於いてはA及びBせり人を単位として考察し，乙市場に於いてはせり市単位に調査しているが，これは後述するごとくせりにおける数値（式値）の建て方が甲乙両市場で異るためである．

なお甲市場に於けるAせり人は久しい経験を持つ家畜商であり，定評ある上手なせり人とされているが，商人であるために自分がせり人として立つせり市に於いて同時に買手側に廻り仔牛を買う場合がある．その際は一時Bせり人とせり人としての地位を交代するのであるが，本調査はA・B両せり人が交代したせり市に於けるものである．即ち仔牛価格の相場，及びその他の事情が市場別，或は市日別のせり市によつて著しく相違するために，とくにせり市を同じくするせり人別の比較考察ができる事例を選んだ訳である．

第3表は上記甲・乙2市場，及びA・Bせり人のせり落し価格・数値その他について比較したものであるが，せり落し価格については，甲市場に於けるI及びIIせり市共にBせり人が高いが，しかし，取扱頭数が限られているから，この程度の価格の相違では，せり人別の技術の巧拙の比較となし得ないことは前述した通りである（註3）．然し，数値に対するせり落し価

第3表　市場別・市日別にみた仔牛のせり価格及び数値

牝牡別	市場別	せり人別	I 頭数	I 数値 (A)	I せり落し価格 (B)	I B/A	II 頭数
			頭	円	円		頭
牝	甲	A	69	29,136	38,550	132.3	58
		B	17	31,000	39,040	125.9	24
	乙		53	24,720	31,001	125.4	112
牡	甲	A	112	12,256	15,612	127.4	87
		B	25	13,818	16,736	121.1	35
	乙		83	9,544	13,020	136.4	131

備考　I, II, III, はせり市の開催時期の相異を示す．第2図参照

格の割合（表に於けるB/A．以下これを「せり上げ率」という）をみると，せり人別・市場別に傾向的特徴をうかがうことができる．だが，この点についての考察を進める前に，敷値の性格及びその建値方法につき説明を加えておかねばならない．

敷値（式値）とはせりに於ける最初の建値（the first bid or starting bid）であり，本来買手側の建てるものであるが，せりを速く処理する必要から，せり人が建値する場合がある．これは仔牛せり市のみならず魚市場に於けるいわゆる「荻式のせり」の敷値がこれであり，欧米に於ては一般化した建値方法であるが，何れにしろ，せり市に於ては敷値を最低価として，その後は買手の指値に基きせり上げ，せり落されて行くものである．（註4）

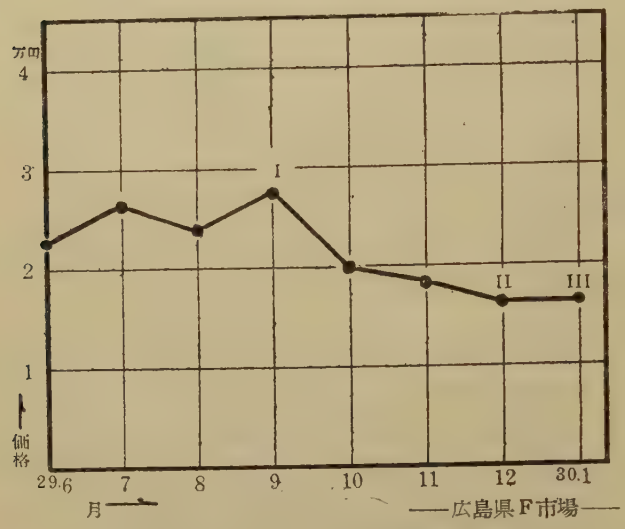
表に於ける甲市場はせり人の建値による敷値によつており，乙市場は買手が敷値を建てたものであるが，何れの方法によるにしても敷値を建てるには，無暗に安く建てるとか，或は高くすればよいというのではなく，牛価相場に応じた常識的な建値方法があると解すべきものであろう．

即ち，せり人が敷値を建てるのは，前述した如くせりを迅速に処理する目的からであるが，それは必ずしもせり落し価格との差（せり幅）を縮めることにあるのではない．せり幅を短縮しても必ずしもせり時間が節約されないし（後述），敷値をせり落し価格に余り近接して建てると，買手から次回の指値が出てこないことが多い．この場合せり人は改めて敷値を低く建て直して買手からの指値を待つのであるが，然し結局はせり人の最初に建てた敷値以上にせり落されるのが通例であるから，結果的にみれば最初の敷値が間違つていなかつたことになるのであるが，こんな点にせりという取引方法に介在する買手の心理的な側面がうかがわれる．

したがつて敷値は予想されるせり落し価格より相当低く建てられねばならないが，その建て方が意識的にか無意識的にかせり人により或はせり市によつてそれぞれ特徴的なものがみられる．第3表に於けるせり上げ率（B/A）がこの関係を示すが，せり上げ率はせり市の市日（開催日）或は，仔牛相場の変動によつて大きく変るが，それはせり人による敷値建を採る甲市場に顕著である．即ち表に於ける I, II, III せり市は，第2図に示す如き牛価のかなり動揺している時期のせり市を採り上げたものであり，この間に於ける甲市場のせり上げ率（或はせり人別のせり上げ率）の変動が乙市場のそれに比して著しいのは両市場の敷値の建て方の相違から由来する当然の現象ではあるが，然し，それにしてもAせり人のIIせり市に於ける敷値は極めて低目なものであり，それが意識的たると無意識的たるとを問わず，経験の深い家畜商で

II			III			
敷値 (A)	せり落し価格 (B)	B/A	頭数	敷値 (A)	せり落し価格 (B)	B/A
円	円		頭	円	円	
13,655	22,538	165.0	62	16,323	23,202	142.1
18,292	23,071	130.9	136	16,500	20,464	124.0
13,058	17,162	131.4	118	12,191	17,755	145.6
5,789	9,892	170.9	44	8,182	12,793	156.4
6,200	10,060	162.3	98	7,638	10,891	142.6
5,138	7,505	146.0	81	6,151	8,893	144.4

あり，定評ある上手なせり人であるAに於いても，せり市の相違によりせり上げ率が大きく変動しているという事実は注意しなければならない．



第2図　仔牛せり価格の月別変動

備考　図における I, II 及び III は調査したせり市を示す（本文参照）

ともかく敷値が予想されるせり落し価格の何割位低目に建てられるか，或は建てられるべきかについては一概にいえないが，然し，敷値を低目に建てることが，一般に考えられるようにせり時間を著しく遅延する結果になるとは必ずしも断定し得ない．

即ち，第4表は敷値とせり落し価格との差（せり幅）とせり時間との関係を示したものであるが，甲市場に於けるA・B両せり人の比較に於いては，何れのせり市でもAせり人のせり幅が大きいのにかかわらずそのせり時間が短くなつている．また例えばIせり市に於けるAせり人の牝のせり幅平均価が9,414円で26秒を要しているのに，IIせり市では同じAせり人が8,883円で31秒を要している如く，せり時間はせり幅の絶対値よりもむしろせり市に於ける他の事情に大きく影響されるし，また牝牡間のせり幅とせり時間とを比較しても牡のせり幅が牝に比して低い割にはそのせり時間が短くないことを示している．

さらに，表には掲げていないが同一せり市に於けるせり幅と時間との相関関係について，例えば甲市場IIせり市Bせり人の牡に於けるせり幅平均5,446円とそのせり時間平均35秒との総関係数を算出してみると $r = +0.3825$ となり，両者の相関関係が同一せり人においても必ずしも高くないことがわかる．

第4表　仔牛1頭当りせり幅とせり時間との関係

牝牡別	市場別	せり人別	I		II		III	
			せり幅	せり時間	せり幅	せり時間	せり幅	せり時間
			円	秒	円	秒	円	秒
牝	甲	A	9,414	26	8,883	31	6,879	24
		B	8,040	33	5,446	35	3,964	28
	乙		6,281	32	4,104	25	5,564	29
牡	甲	A	3,356	20	4,103	24	4,611	22
		B	2,918	25	3,860	29	3,253	24
	乙		3,476	28	2,366	19	2,742	20

備考　せり幅とはせり落し価格と敷値との差額を指す．

敷値を低目に建てると，せり落しに至るまでの買手側の指値の回数が減少し，指値の1回当りの金額が大きくなる傾向があるから，敷値の高低は必ずしもせり時間の迅速性と密接な関係は

ないのである．然しながら一般にせり取引に於ける數値の有する意義は極めて重要なものとされ，ことにせり人の建てた數値には，せり人の持つ相場に対する知識とか勘とかいつたせり人の能力に帰すべき要素が綜合されて現われているともみられるので，數値についてはさらに詳細な吟味が加えられるべきものと考える．

せり人が數値を建てる目的がせりを迅速に処理するにあるとすれば，せり人が仔牛の相場或は個々の仔牛の評価に熟達していることが前提とされるからであり，したがつてせり人の建てる數値は予想されるせり落し価格を見通して建てられており，せり落し価格との間には相当高い相関関係がみられなくてはならないであろう．もしこの相関度が低いときはせり人の牛価相場に対する知識が低く，せり人が建値をする意義が乏しいといわねばならない．

第5表にせり市別，せり人別のせり落し価格と數値の相関関係を示したが，これら各々の係数の細かい相違点について言及することは避けて，甲乙両市場間についてのみ比較するとき，両者の間に大差がみられないということが判る．換言すれば，數値とせり落し価格との相関係数からみれば，多数の買手の建値による數値（乙市場）も予想されるせり落し価格をかなり正確に見通して建てられており，せり人のみが仔牛の相場に対して特に優れた知識をもつている訳ではないということである．

第5表　せり落し価格と數値との相関係数

牝牡別	市場別	せり人別	I	II	III
牝	甲	A	＋ 0.9073	＋ 0.7860	＋ 0.8897
		B	＋ 0.8738	＋ 0.7542	＋ 0.7815
	乙		＋ 0.9023	＋ 0.8169	＋ 0.8268
牡	甲	A	＋ 0.8398	＋ 0.8932	＋ 0.9043
		B	＋ 0.9491	＋ 0.8989	＋ 0.8278
	乙		＋ 0.8812	＋ 0.8319	＋ 0.9000

備考　価格の実数（平均）は第3表に示したものと同じ．

(VI) せり技術の限界

かりに仔牛の評価に全く客観的な基準というものが与えられておらないとすれば，上述した如くせり市に於て建てられる數値というものは，數値を建てる者の仔牛価格に関する知識・能力を具体的に表現している筈である．然しながら，今日の和牛登録制度は仔牛の資質＝商品性

第6表　登録資格別にみた仔牛（牝）の平均価格　—広島県F市場—

資格別	全		生後6カ月		生後7カ月		生後8カ月	
	頭数	価格	頭数	価格	頭数	価格	頭数	価格
	頭	円	頭	円	頭	円	頭	円
高資	9	28,267	3	21,900	3	30,000	2	36,500
高扱	32	23,525	6	23,350	13	24,000	10	25,950
登資	98	21,820	35	19,866	44	22,539	18	24,239
無	59	18,000	25	18,388	26	17,246	7	18,743

備考　1.　高資とは高等登録牛登記資格のある仔牛．高扱とは同扱いの仔牛．登資とは登録牛登記資格のある仔牛．無とはその資格なき仔牛をさす．
2.　全頭数が各欄の計と一致しないのは．その他の月令の仔牛を含むためである．

に対しこある程度の客観的基準を示しており，それが仔牛の生年月日と共にせり市参加者に対して予め明示されている．

第6表は，これら評価の基準とみらるべきものと，その価格を示したものであるが，仔牛の平均価格は仔牛の登録資格および月令の進むにしたがつて高値となつている．ただ無資格牛の月令別価格が6ケ月物が7ケ月物より高くなつているが，これは無資格牛に於ける資質の良否に等級がないためにおこる現象と考えられる．

かくの如く仔牛に一応の評価基準があり，さらに仔牛の市場相場の時期的変動に関するニュースの伝達は商人の間で極めて迅速に行われているから，仔牛の評価或は敷値を建てる技術又は能力の限界というものが今日は余程開放されているものと見てよろしかろうと思う．

以上，せり人の仔牛相場に関する知識及びそれに基くせり人の敷値等について考察したが，せり人による敷値がせり処理を迅速ならしめるのに役立つとすれば，それはむしろ敷値そのものを速く建てることにあり，必ずしもせり人が相場を正しく把握しているが故ではない．或はせり人が相場を正しく把握していることが大切であるとしても，相場に対する正確な知識が，せりの処理能力に直接的に影響を持つものではないということがいえる．

さらにせり取引に於ける迅速性の問題は，第4表に掲げた敷値からせり落しまでの時間以外に仔牛をせり場に入退場させる処理時間を含めて問題とされねばならないが，しかし，何れにしてもかかるせり取引の迅速性は仔牛のせり市の場合，生鮮魚・野菜等のせり市とは稍々条件を異にして考えなければならない．

即ち，魚市場などに於いて要求される迅速性は，入荷した一切の生鮮魚類を処理し得るということ，換言すれば**賣れ残りのないこと**を前提としての迅速性であり，仔牛のせり市のごとく入荷した仔牛の全部が必ずしも売買されることを必要としないせり市では，市場取引の迅速性においてせり取引必ずしも相対取引に勝れているとはいえないのである．欧米に於ける家畜のせり市が，むしろ品質において劣る家畜でも処理し得る取引方法として利用される傾向のあるのは，青果物・魚類等のせり目的と類似性を持つており，同時にわが国に於ける仔牛のせり市と異る点であろう．

換言すれば，わが国に於ける現在の仔牛せり市の社会経済的意義或はその目的というものが，単にせりの対照となる商品に規格の統一性が乏しいとか，取引の迅速性におかれているのではなく，仔牛が家畜取引事情に暗い小農民の生産品であるために，出来るだけ高価に，公正に取引されることに主目的があるから，一般的なせり取引や過去の家畜せり取引の概念をそのまま適用して，せり人のあるべき資格・能力等を規定することはできない．

買手の心理的条件がせり取引に影響をもつ限りにおいて，せり人の資格として，仔牛取引事情に詳しい経験者であり相場に明るいことが望ましいにしても，それ以上に買手の指値を見落すことなく，出来るだけ高値にせり上げ而も公正に，迅速にせりを処理できることが求められるべきであり，それらの条件は家畜商としての経験能力とは一応別個のものと考えられる．

島根・岡山・広島県などで多く見受けられる家畜商人にせり人を委嘱するのは，仔牛取引を余りにも特殊視している結果であり，われわれはせり人を家畜商とする利便よりもむしろその弊害に関心を払わねばならない，

せり人は，もし彼が望むとすれば特定の買手に対して優先的に仔牛をせり落すことが可能である．即ちせりは最高の価格を附け値した買手に対してせり落されることを原則とするが，然し買手の提示する希望価格は入札と異り段階的に附けられてゆくために，せり人が早目にせりを

切り上げれば買手の考える最高価格でなくとも，特定の買手にせり落すことができる．

かかる事例は単にわが国の仔牛せり市に於いてのみみられるというのではなく，資料が稍々古いが米国に於ける R. C. Ashby の Illinois 州の家畜せり取引の調査にもうかがわれ，

"An auctioneer can, if he wants, favor one buyer over others. There is much farmer criticism of the auctions on this basis, for example: The auction would be all right if all were treated alike, but the regular dealers and large operators get the preference. The auctioneer is too close to the traders, works harder on sales for larger operators."

といつている．農民が直接買手として参加しないわが国の仔牛せり市では，稍々事情が異なるが，然し，もしせり人が家畜商であるとき自己の代理人を買手として参加せしめれば，かかる unfair な機会が一層助長されるものと認めねばならないであろう．

さらに，せり人が自己の計算でせり市に於いて家畜を売買する事例も，米国に多く見受けられ，上記 Illinois の調査では117名の生産者に対するアンケートに於いて，77.8%がこれを確認しており，さらに79.6%がこれを好ましからざる慣行としている．

多数の委託者を代表して「1人の売手」としてせり市に立つせり人が，買手と利害を共通にする家畜商であつては，せり市の「公正」は保持し難い．ことに家畜商社会の意識の中には前代的な仁義が濃厚であり，これが取引の秩序を維持している反面において，各種の弊害を助成し易いのであるから，せり人が家畜商であることは避けねばならない．

せり人がせり価格に対して操作を加え，或は買手と「談合」してせりの公正な運営を阻害し，さらに農民に対して「下駄をはかせる」といつた如き不正を働く機会は，せり市の規模によつても違い，小さいせり市程せり人と買手との関係は密接となり易いから，せり人が家畜商たると否とを問わず，せり取引の公正な運営とその発展のためには，せり市の適正な規模というものが同時に考えられねばならないであろう．

(VII) 仔牛せり市に於ける買手

仔牛のせり市に於ける買手は家畜商である．近年有畜農家創設計画に基く経済連その他からの共同買付もみられるが，然し買手の大半は家畜商，而も地元の商人で占められている．

第7表は広島県畜産連F市場仔牛せり市に於ける昭和29年度の月別入荷頭数，取引頭数及び購買者数を示したものであるが，F市場は月1回の仔牛せり市を開き，入荷頭数2,451頭（昭29）で県下のせり市としては有数のものの一つである．年間

第7表　仔牛せり市に於ける入荷頭数，取引頭数および購買者数（昭和29年）—広島県F市場—

月別	入荷頭数	取引頭数	取引率	購買者	
				人数	1人当り頭数
月	頭	頭	%	人	頭
1	288	216	75.0	28	7.7
2	261	181	69.4	23	7.8
3	214	114	53.3	24	4.7
4	194	152	78.4	22	7.0
5	172	128	74.4	13	10.0
6	124	87	70.2	11	7.9
7	209	166	79.4	17	9.8
8	111	77	69.4	11	7.0
9	224	203	90.6	23	8.8
10	281	171	60.9	18	9.5
11	169	99	58.6	19	5.2
12	204	137	67.2	21	6.5
計又は平均	2,451	1,731	70.6	230	7.5

に於けるせりに参加し，しかも仔牛を購入した買手数は延人員230名で1人平均7.5頭を購入しているが，然し実人員にみれば67名でありこれを買手の種類別・地域別に分けて考察すると第8表（A）に示すごとく買手の種別は個人の家畜商，而も郡内のそれが最も多く，1人当り

第8表　仔牛せり市における地域別，種類別，購買者数及び購買頭数

（A）　　（昭和29年）　—広島県F市場—

	郡内		郡外		県外		合計		
	人数	頭数	人数	頭数	人数	頭数	人数	頭数	購買者1人当り頭数
	人	頭	人	頭	人	頭	人	頭	頭
家畜商（個人）	32	657	11	427	14	299	57	1,383	24.3
畜産会社	—	—	—	—	2	124	2	124	62.0
団体	1	5	3	120	4	99	8	224	25.5
計	33	662	14	547	20	522	67	1,731	25.8

備考　1. 郡外は広島県下に於ける他郡を指す.　2. 団体とは経済連，畜連，開拓連など.
3. 人数は実人員である.

購入頭数に於いては，畜産会社が多いという結果を示している．然しこれらをさらに細かく購入頭数別にみると（第8表（B））年間10頭以下のものが約40%に達し，また買手の約84%が年間，50頭未満の購入であるのに，年間100頭以上の大口購入者が2名みられるが，この2名は同表Aの郡外の家畜商人である．即ちせり市に参加する買手はせりの開かれる地元の商人が多いが，然し大口の購買者は，地元の如何を問わず特定の大商人であることが判る．

（B）

	家畜商（個人）	畜産会社	団体	計 実数	計 割合
頭	人	人	人	人	%
1 ～ 10	25	—	1	26	38.8
11 ～ 20	14	—	2	16	23.8
21 ～ 30	5	—	3	8	11.9
31 ～ 40	3	—	1	4	6.0
41 ～ 50	1	1	—	2	3.0
51 ～ 60	2	—	—	2	3.0
61 ～ 70	4*	—	—	4	6.0
71 ～ 80	—	—	1	1	1.5
81 ～ 90	1	1	—	2	3.0
91 ～ 100	—	—	—	—	—
101 ～ 150	1	—	—	1	1.5
151 ～ 200	—	—	—	—	—
201 ～ 250	1*	—	—	1	1.5
計	57	2	8	67	100.0

備考　*印は委託買付を含む

次に，これら買手がせり市に於いて仔牛を購入した回数（月数）をみると第9表に示す如く，約半数のものが年間2回以下であるが，10回以上が5名みられる．参考のために前記2名の大口購買者たる商人の月別購入頭数を示すと第10表の如くAは年間9回買付しており，而も仔牛牡に集中しているが，Bは10回の買付で牝牡別の専門化がみられない．かかる大商人はF市場のみならず広くせり市に参加し，仔牛専門の家畜商として大口の取引に従事している商人である．

何れにしても，上の諸表で示したのは，仔牛を購入した買手及びその購入頭数なのであるが，これら買手の他に，各回のせり市に参加しても，買付をしなかつた買手が相当数ある筈で

ある．この関係を示したのが第11表であり，これによると延387名の買手のうち208名即ち約54%がせりに参加しながら購入しなかつた買手である．

なお，第11表にあげた予納金というのは，せりに参加する買手が予め市場に対して納入しておく保証金であり，その額に関する規定はせり市の開設者（畜連）によつて違うが，F市場では1人1万円以上と規定されている．第11表で予納金額が買手によつて著しい相違のあるのは，買手の信用度や購入見込金額により決められるがためであり，せり市における常連の商人は1万円の予納金で数頭の仔牛を購入している反面，初めてせり市に参加する買手などは，購入見込頭数によつては，数十万円の予納金まで求められることがあり得る．例えば表のうち30万円の予納金を納入している2人の買手の1名は群馬県の，他は県内の，何れも家畜商であるが，29年度において1回しかせりに参加しておらない．また50万円を納めている買手は大阪商人であり，これはこの年のせり市に2回参加しているが，その最初に参加したせり市で50万円の予納金を納めたのである．

なお，せり市に参加しても購入しなかつた買手は，その殆んどが1万円の予納金を納めた階層で占められているが，この階層には最初から強い買気を持たないで参加している地元の商人が多い．ともあれ，仔牛のせり市は，買手側商人の信用度というか，いわゆる常連の「顔」の効く社会であり，それが取引に於けるある種の秩序を維持する役割を果している反面，彼等による「談合」的な，また排他的な取引慣行を助長する契機となり易い．しかも，市場開設者側（畜連）の財源の最も大きなものの一つが，せり手数料であり（尤もこれ

第9表　購入回数別購買者数

（昭和29年）　—広島県F市場—

	家畜商	畜産会社	団　体	計	
				実　数	割　合
回	人	人	人	人	%
1	20	—	6	26	38.8
2	7	1	1	9	13.4
3	9	—	1	10	14.9
4	3	1	—	4	6.0
5	5	—	—	5	7.4
6	—	—	—	—	—
7	3	—	—	3	4.5
8	3	—	—	3	4.5
9	2	—	—	2	3.0
10	4	—	—	4	6.0
11	—	—	—	—	—
12	1	—	—	1	1.5
計	57	2	8	67	100.0

第10表　大口購買者の月別購入状況

（昭和29年）　—広島県F市場—

月別	A商人			B商人		
	牝	牡	計	牝	牡	計
月	頭	頭	頭	頭	頭	頭
1	10	2	12	17	2	19
2	—	26	26	5	11	16
3	—	—	—	12	2	14
4	7	20	27	4	—	4
5	7	57	64	—	16	16
6	—	—	—	—	—	—
7	—	6	6	1	1	2
8	5	9	14	—	—	—
9	8	20	28	—	19	19
10	7	29	36	1	3	4
11	—	11	11	3	1	4
12	—	—	—	1	3	4
計	44	180	224	44	58	102

は畜主たる農民の支払うものだが)，また市場建物の新築・改築等に際しても常連の家畜商からの寄附金に依存することが多く，ことに仔牛生産地（産牛地）に於いては家畜商の大きなも

第11表　仔牛せり市に参加せる買手の数および予納金額別納入者数

(昭和29年)　—広島県F市場—

月別	買手総数	購入者数	購入しなかつた者	予納金額別納入者数 1万円	2万円	3万円	5万円	10万円	20万円	30万円	50万円	不明
月	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人
3	39	24	15	34	1	—	—	1	1	—	—	2
4	52	22	30	47	1	1	—	—	—	2	—	1
5	40	13	27	37	—	—	—	1	—	—	1	1
6	23	11	12	18	2	—	—	1	—	—	—	2
7	41	17	24	32	1	1	—	1	1	—	—	5
8	39	11	28	32	3	—	1	1	—	—	—	2
9	48	23	25	43	1	—	—	—	1	—	—	3
10	36	18	18	34	1	—	—	—	—	—	—	1
11	30	19	11	27	—	—	—	—	—	—	—	3
12	39	21	18	34	1	—	—	—	2	—	—	2
計	387	179	208	338 (206)	11 (2)	2	1	5	5	2	1	22

備考　1. 1，2月は不明につき除外した．
2. 計のうちカッコ内は購入しなかつたものの人数．　3. 人数は延人員である．

のは何れも社会的地位高く，したがつて畜連の運営に対しても実質的な発言権を持つことになる．

仔牛の生産者あるいは畜連という立場からみれば，販路を広く開拓するために，遠隔地域からの買手を集めることが市場経営の大切な課題であるべき筈であるが，これが必ずしも，買手側常連家畜商の利害と一致せず「談合」によるせり価格の操作が試みられることがある．例えば全くなじみのない買手がせり市に参加して，買気を示した時などには，常連の家畜商同志が故意に相場をつり上げて，その商人のせり落すことを妨げることなどその一例であり，その時受けた損失は，次のせり市の相場を抑制してカバーするといわれている．

或はまた，家畜商が購入資金の一部，または全部を負担している預托牛のせりの際には，とくに，その牛のみにつきせり価格に「手心」を加えることなどが小さいせり市程おこり易いといわれる．かかる常連家畜商による市場支配の傾向は，必ずしもわが国のせり市のみにみられる現象ではないが，しかし，せり人が家畜商たるときかかる契機が一層助長されるであろうことは，容易に理解されるところである．

また前記せり市に於ける予納金も，その目的とするところは，仔牛生産者に対して代金支払を確実にすることにあるが，然しいわゆる「延取引」に於いては畜主に対する代金支払が著しく遅延することがある．延取引とは，買手商人がせり落した仔牛を実際に引取るまでの一定期間（通常7～10日）を畜主の側で飼育し，代金の決済もそれだけおくれる取引方法であり，F市場では取引の約半数が「延」になつているが，市場によつては取引の全部が「延」で占められており，趨勢として「延」が多くなる傾向がある．

延取引に於いては，一定期間を経過した後に仔牛を引取らない時は，買主から規定の飼育料

（1日200円程度）を支払う建前になつているが，この引取期間も，飼育の支払規定も守られない事例が産牛の中心地，換言すれば家畜商の勢力の強い地方程多いようにおもわれる．この種取引の場合，買手側は一定の保証金（例えばある市場では1頭当り3,000円）を市場に対して納入するが，これらの規定や慣行が，買手側の利便のみを主体として運営されるところに問題があるのである．

なお，せり市に於ける買手には上記の買手以外に，いわゆる「本人買い」と称する委託者，すなわち本来の売手たる畜主が買手の立場に立ち指値をする場合がある．

前掲第7表に示したF市場における年間70.6%の取引された仔牛の他に，29.4%の取引未成立に終つた仔牛がいるが，このうちには，せり価格が本人の予想に対して低かつた場合に，取引が成立しなかつた仔牛と，最初から評価のみを目的として，すなわち売る意思なくしてせり市に出されたものとがある．

仔畜の取引条令によると，生産者はせり市に対して仔牛を出荷する義務を負つているために，上記のごとき「本人買い」の事例が当然起り得るわけであるが，条令に於いても，せり売りに準じた「評価」によつて，せりに代え得ることが規定されているのであるから，単に自己の仔牛の相場を知らんがために，売る意思なくしてせり市にかけることは好ましい慣行とはいえない．

かかる「本人買い」には，畜主が他の買手と同じ立場に立ち，最高のせり値を指して，即ち一応せり落して，「本人買い」（本人せり）とする場合と，他の買手によりせり落されて後，せり人に対して「本人買い」なる旨を申出る場合とがある．広島県のせり市では，後者を採つており，この点が前者すなわち，畜主による指値にもとずく「本人買い」に改められるべきことが，せり市関係者から要望されている．折角せり落された仔牛が「本人買い」のものであることは，買手の心証を害し，せり市の円滑な運営をさまたげるという．

然しながら，当初から「本人買い」に決められている仔牛をせり市にかけること自体改められるべき慣行であり他の適当な評価方法によることを原則としなければならない．また，現在関係者から要望されている畜主の指値に基く「本人せり」については，既に実施している地方もあるが，しかし畜主がせりに参加し，自己の仔牛をせり上げることの是非については問題がある．米国においては畜主が自己の家畜のせりに参加し指値をすることを by-bidding と称しているが，むしろ by-bidding を排除することが，せり取引健全化の途と考えられている．わが国のごとく畜主たる農民が評価能力に於ても，或はせり市における買手としての資格に於ても，不充分である現況に於いては，「本人せり」の是非については，今後のせり市を，如何なる形体に育成するかの問題に関連をもたせて決定されるべきであろう．（註5）

(VIII) むすび

現在，農林省で立案をみている家畜取引改善に関する法案によれば，家畜市場取引組織は再整備さるべきことが求められており，その一つの方法として，家畜の市場取引は，原則としてせりによるべきことを定めているという．これはせり取引が，相対取引に比べて公正であり，生産者たる農民は家畜商の仲介をまたずして，家畜を市場に委託販売し得るから，その護られる利益が大きいと考えられるからである．

相対取引は，袖下取引の如き特殊な慣行の下に，家畜商人の独善的な取引となつており，農民は事実上，市場取引から排除されている．形式的には，家畜商を仲介とした，農民の委託販

売となつているものが多いが，それは単なる偽装であり，農民は取引の計算に対して全く無関係である．もつとも，近年に至つて，農民が共同販売ならびに購買の形で，相対市場取引に参加する場合も見受けられるようになつたが，しかし未だ特殊的な事例に属し，また必ずしも成功していない．せり取引は相対取引と異り公開的であり，農民の委託した家畜は，多数の買手を相手方として価格を釣り上げられるから，取引事情に暗い農民も市場取引に参加させることができ，而も公正にして有利な取引方法と考えられている．

農民が直接家畜商を相手方とした家畜取引には，せり取引の他に，いわゆる庭先取引があるが，農民対商人の私的取引であるために，農民の受ける実害の最も大きい取引方法とされ，家畜取引の改善とは結局，如何にして庭先取引を消滅させるかにあり，市場取引組織の再整備とは要するにその手段にすぎない．

即ち，農民が庭先取引によらないで家畜を販売するためには，現在としては，せり取引が最も望ましい取引方法であるが，然し一切の家畜をせり取引のみにより売買するということは，事実上出来ないし，また意味のないことである．なんとなれば，せり取引は一時に1頭づつの取引方法であるために，取引に時間を要し，大口の買手にとつては極めて不便な取引であるとともに，多数或は多種類（成仔の別を含めて）の家畜を取引する市場に於いては，その適用が必ずしも容易でない．

したがつて家畜の流通面における改善策としては，先ず現在の相対取引市場に於ける取引組織を近代化して，農民の委託販売ならびに購入が，円滑に且つ公正に行い得る取引体系の確立が考えられなければならない．

次にせり取引を広く多方面に普及させることに関しては，それが家畜市場取引の改善策たることは疑いないところであるが，しかしそれによつて，せり市の規模（入荷頭数その他）が，現況以下に縮少されるおそれがある．

現在でも入荷頭数50頭以下という小せり市では，有力な買手が集まらず，せり価格低落の傾向がみられるから，せり取引の普及によつて小せり市が乱立することは，かえつて家畜の流通組織を混乱させ，取引改善の目的に副わない結果となるであろう．而も，せり取引が公正な取引とされるのは，あくまで取引の形式上の問題であり，而もそれは現在の相対取引に比較して「改善された」或は「無難な」取引形式であるというにすぎない．また，せりの動的性格や心理的要因を強調するの余り，せり取引が相対市場取引に比べて，本来的に「高価」に取引され得るとみることは当らない．現在のせり市で購入された家畜がさらに相対取引市場に出荷されて，売手に相当の利潤をもたらしていることを思えば，せり取引のみが農民にとつて有利な取引方法であるとはいえない．

要するに．家畜取引の改善は久しい間の懸案でありながら，今日まで決定的な解決策が見出されておらず，また学問的な研究対象としても採り上げられず，わが国畜産政策における，いわば「残されたる課題」であろう．

（筆者が本稿で採り上げたのは仔牛せり市におけるせり人と買手についての一断面にすぎない．せり市の全般的な考察或は相対取引市場との相互関係等については，続稿で採り上げるつもりである．なお本稿における調査は杉山和男氏の協力によつた．ここに記して感謝の意を表する．）

(IX) SUMMARY

(1) Auction methods have been used for the sale of both the new and used merchandise, particularly for articles that have no well-established market values and where quick disposal is desired. Among a wide variety of the methods may be mentioned fish auctions, vegetable auctions, general livestock auctions, the sale of prize beef cattle shown at fairs, and calf or colt auctions. The study here reported is confined to the method of selling calves.

(2) Calf auction sales have been common in most districts of our country, and in several prefectures, most of which are the breeding centers of Japanese native cattle, calves are compelled by the Prefectural Acts of Trading Calves to be sold or appraised by auction held at regular intervals. Calf auction sales serve not only as marketing agencies for handling calves, but also as fair methods of selling or appraising animals for farmers who are ignorant of dealings affairs. As the trading of animals takes place "under the sleeves" (a peculiar custom of exchange between dealers in our country) in the general livestock markets, farmers may be driven to stand outside the market.

(3) The calf auction may be defined as a market at which a calf is offered for sale simultaneously to several prospective buyers and is sold to the one who bids the highest price. Both bidding and selling are done in public. The first bid is usually low, higher and higher bids being made until such bid is reached as no one raised, at which price the calf is sold. The person conducting the sale is called an auctioneer.

At auction emotional appeal is an important factor; suggestions are constantly made by auctioneer, and competitive prices are offered by buyers one after another. The skillful auctioneer makes the maximum use of these suggestions and competitions.

In many of calf auction markets, livestock dealers proficient in dealings affairs have been employed as auctioneers by auction management (Table 1), and dealers as auctioneers buy calves on their own account at the sales. It may be convenient for auction management to have dealers as auctioneers, but, to say the least of it, under the existing circumstances of calf auctions the skillfulness with which public sale is conducted is not so peculiar as no one except the dealer can acquire.

(4) Sales are all on a per head basis, not on weight nor in lot at auction, and according to the popular view of auctions, calf prices change in the order in which calves are sold; prices are low at the beginning of the sale as well as at the end; however prices somewhere in between have tendency to be highest. But our study carried on at 24 times auction sales shows that

prices in the order sold do not exhibit the formal changes as mentioned above excepting the lowness of price at the end.

The fall in the calf prices at the end of sale is largely due to the reduction of purchasing power among buyers after buying the prescribed number of calves, therefore excepting this falling tendency of calf prices it may be said as a general rule that there is little or no noteworthy change of prices throughout the auction sale, but only among sharply competitive buyers prices cause their changes in a narrow limit (Fig. 1, Table 2).

(5) Persons who start the first bid are auctioneers or buyers, and starting the bid by auctioneers is to economise the time of auction dealings. Correlation coefficient between calf prices and its first bids, and relation between difference of both the prices and times of sale are summarized in Tables 3–5. From these materials it may be concluded that there is little room for skillfulness of auctioneers with which to conduct the sale, because calves have become better standardized by the Registration System of Japanese Native Cattle (Table 6), and information on demand and supply as well as on price becomes more promptly available and more widely disseminated; furthermore, almost all buyers at calf auctions are dealers who are proficient in dealings affairs.

(6) All sellers or consignors at the calf auction are farmers, but they do not take part in the sale as buyers excepting by cooperatives. Nearly 90 per cent of those who purchased calves in 1954 at "F" Market, one of the representative auction markets in Hiroshima Pref., was dealers and 10 per cent cooperatives, and 87 per cent of the head of animals purchased was by dealers (Tables 8–11).

Thus as the economical position of dealers in the auction sale is very important, their opinion carries greatest weight on the management of the sale and they may take advantage of an opportunity for doing unfairness by mutual consent, especially when the auctioneer is a dealer.

〔註1〕 広島県では昭和23年3月「仔牛仔馬公正取引条例」を定め,29年5月これを一部改正している.

〔註2〕 その他せりの建値が屢々「両」で建てられるなど,せり市をめぐる雰囲気に前代的な名残りが多い.

〔註3〕 A・B両せり人について,せり落し価格の高低による技術の巧拙を比較するためには,同一せり市に於けるA・Bせり人の交代した事例を数多く集積しなければならないが,この場合も,両者の取扱頭数が各せり市毎に相当多数でなくてはならないこと,両者の技術差に変化ないこと,せり人がせり価格に故意に操作を加えていないこと等を前提としなければならない.何れにしても本稿の目的は必ずしもせり人のせり技術の巧拙を問題にするものではない.

〔註4〕 第1表にあげた中国六県における152カ所のせり市場の調査では,買手が敷値を建つもの81例,せり人が敷値を建つもの71例であつた.

〔註5〕 中国六県では，せり市のうち約36%が「本人せり」を行つているが，私見としては「本人せり」は避けるべきである．むしろ「本人買い」とする場合は，手数料を加重しても売ることを本則としたせり取引としなければならない．そのためには単なる「評価」のみを必要とする仔牛についてはせりによらないことを原則とする．

(X) 参　考　文　献

Dowell, A. A. & Bjorka, K. 1941. Livestock Marketing.

Ashby, R. C. 1938. Selling Illinois Livestock Through Auctions.

Thompson, Sam H. 1940. Economic Trends in Livestock Marketing.

Clifton, E. S., Jessen, R. J. & Jacobs, E. M. 1954. Marketing Hogs on the Chicago Market. J. Farm Econ., **36**: 611～619.

大野勇．1937．せりの研究．

農林省中国農試経営部．1954．和牛の流通経済．

滿洲に於けるアルカリ土壤地の性質と其の農業的開發に對する一考察

(アルカリ土壤の性質・植生・分類及び利用について)

池　田　実

広島大学水畜産学部畜産学科

Studies on Properties and Agricultural Development of Alkali Soil in Manchuria

(On Properties, Plant Growth, Classification and Utilization of Alkali Soil)

Minoru IKEDA

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Text-figs. 1-4; Tables 1-45; Appendices I-II)

目　次

(I) 緒　言 …… 117
(II) 滿洲における気候と土壤型 …… 118
(III) アルカリ土壤地帯の分布 …… 123
(IV) アルカリ土壤地帯の地質学的成因 …… 125
(V) アルカリ土壤地帯の地質学的成因と土性との関係 …… 127
(VI) アルカリ土壤地帯の地質学的成因と土壤含有塩類との関係 …… 131
(VII) 塩類と植生との関係 …… 152
(VIII) 塩類と作物との関係 …… 157
(IX) 含有塩類と植生とより見たるアルカリ土壤の性質と其の分類 …… 169
(X) 土壤の性質とアルカリ土壤地帯の農業的利用 …… 177
(XI) 摘　要 …… 181
(XII) Summary in English …… 184
(XIII) 引用文献 …… 188
(XIV) 附　表 I; II …… 193

(I) 緒　言

アルカリ土壤は乾燥又は半乾燥気候の下における地帯に生成せられ，普通の土壤よりはアル

カリ塩類の含有量の多いのをその特徴とし，湿潤気候の下における低地の土壌とは自らその性質を異にしている局所土壌である．即ちアルカリ土壌は曹達・石灰・加里・苦土等の塩化物・硫酸塩・炭酸塩・重炭酸塩等の可溶性塩類を多量に含み，其の濃度の如何により植物の生育を阻害するところの土壌である．

満洲においては，中央以西の平原は乾燥気候及び半乾燥気候の地域に属する地帯で，その低地はアルカリ土壌の出現を許容し，面積極めて広大で生産力低く，ために未開の広野として放棄せられ，未だに其の利用が充分でなくて将来の開発に俟たねばならぬ地域が尠くない．

湿潤気候の下における低湿地は排水により過剰の水を排除する事ができれば容易にこれを耕地として利用し得るが，乾燥気候の下におけるアルカリ土壌地は所含塩類の種類・濃度及び反応の植物生育に及ぼす影響は極めて大で，単に排水を行い，地下の水位を低めて塩類の上昇を防いでも，耕地に利用する事は不可能であつて，併せて灌漑を行い，土壌所含の塩類を排除する事が極めて肝要である．従つてこれの改良には莫大な工事費を要するのみならず，塩類の排除に長年月を要し，速急に其の効果を納める事は至難である．しかし改良に籍口して徒に荏苒年月を経過せしむべきではなく，須らく自然の姿におけるアルカリ地帯の土壌につき，所含塩類と植生との関係を明かにして，同地帯利用の区分基準を確立し，これに準拠して改良工事を俟つことなく直に同地帯開発利用の方策を樹立し，営農上誤なき指針を与うることが同地帯開発利用上の唯一の途である．本研究は実にこの目的のために遂行されたものであり，其の得た結果が即ち本論文である．

ここに本研究結果を報告するに当り，終始御指導御鞭撻を与えられた北大名誉教授三宅康次博士に満腔の謝意を表すると共に，北海道学芸大学教授香村岱二博士並に元公主嶺農事試験場長故満田隆一氏に深甚の謝意を表する．又実験に協力された元公主嶺農事試験場技士星加敏幸君の労を感謝するものである．

なお本研究は元公主嶺農事試験場報告として印刷中，終戦の混乱奪掠により中絶し今日に至つたのであるが，広島大学水畜産学部紀要委員の御勧めによつてここに発表するの機を得たもので，同委員に深甚の謝意を表する． 有明海，児島湾の干拓事業或は高汐の被害，塩害土壌，耐塩性作物等の論ぜられる折柄多少でも参考となる処があれば著者の幸甚これに過ぐるものはない．

(II) 満洲における気候と土壌型

土壌の主要な部分は岩石の風化物より成立している事は周知の事柄である．而して風化作用とは空気・水・気温の変化・生物等の自然力に依つて，各種の岩石が受ける複雑な理化学的変化をいうのである．其の理学的変化はこれを崩壊と称し，化学的変化はこれを分解という．即ち土壌は此等の自然力の理化学的作用による岩石の崩壊並に分解の生産物に動植物に由来する有機物質が添加されて始めて生成せられた自然物である．DOKUCHAIEV 氏等は 土壌$=f$（気候・植物・地形・年代・母岩・その他）なる式を以て土壌の生成を示している．即ち土壌の生成は色々な因子の総和によつて結果し来るものであるが，土壌が比較的若い場合においては，気候及び植物の如き外因子はその影響を及ぼすこと少く，母岩の影響が主として生成せられる土壌の性質を支配する事になるのである．為に GLINKA 氏は斯る種類の土壌即ち土壌の性質が主として内因子即ち母岩の如何によつて支配されている土壌を内動的土壌と称し，此に反し土壌が老齢で，その性質が母岩の如何に依らず外因子，就中気候の影響に依つて支配されている

土壤を外動的土壤と称しているのである．而して今日においては気候条件を同じうする地方においては，異種の岩石よりも類似の性質を有する土壤の形成を見，又同一岩石と雖も，気候条件を異にする時は相異なる性質を有する土壤の生成を見るものである事は何等疑う余地なく多くの学者により闡明せられ[3)~10)15)]，土壤の生成に対し気候状況が極めて重要な因子をなす事が確証せられるに至つているのである[15)~24)]．即ち此の気候的土壤型の学説に従つて土壤の分類を行う時は，気候条件を確める事により，容易に土壤の性状並に過去現在に渉つて土壤が蒙り来つた風化の過程を知る事が出来，独り土壤学の研究上に多大の貢献をなすのみならず，営農形態の上に最も重要な土壤管理の基本原理がこれによつて明かになり，始めて如何なる作物を如何なる土地に如何なる方法によりて栽培して宜しきやの耕種肥培の根本問題も解決せられるものであつて，農業経営上極めて緊要な事項に属するので，地球表面上における土壤型の分布即ち気候的土壤帯の検索は全世界に亘つて行われているのである[23)~31)]．

WIEGNER 氏[20)]は中部温帯地方においては，年降水量 200mm 以下の場合はその状態が乾燥となり，200mm～400mm の時は半乾燥，400mm～500mm の時は半湿潤，500mm 以上の場合は湿潤を表し来ると称したが，STREMME 氏[32)]は独乙においては年平均気温 8～9°C，年降水量 500mm 以下の場合は半湿潤となり，年平均気温 16～17°C なる Argentine においてか，或は更に蒸発盛なる地方においては降水量 800mm の場合において始めて半湿潤の気候が出現するといつている．気候状況を乾燥及び湿潤の二つに大別する事は一般に認められている処で[33)34)]，今 HILGARD 氏[35)36)]が北米合衆国における乾燥・湿潤両地方における土壤の成分量を測定した結果を示せば第1表の如くである．

Table I. Analyses of Soils from Arid and Humid Region

	Arid Region	Humid Region		Arid Region	Humid Region
Number of Analyses	573	690	MgO	0.96	0.26
HCl insoluble	69.16%	84.17%	Fe_2O_3	5.37	3.88
Soluble SiO_2	6.71	4.04	Al_2O_3	6.31	3.66
K_2O	0.65	0.21	P_2O_5	0.21	0.12
Na_2O	0.36	0.14	Humus	1.13	2.41
CaO	1.25	0.11	N	0.13	0.34

第1表に見る如く乾燥地方と湿潤地方とにおける土壤成分には自ら差異があり，可溶 SiO_2・K_2O・Na_2O・CaO・MgO・Fe_2O_3・Al_2O_3 及び P_2O_5 等の成分は何れも湿潤地方の土壤よりは乾燥地方の土壤に多く，特に CaO においては両地方の土壤にその差は極めて著しい．此に反し，腐植質並に窒素は乾燥地方の土壤よりは寧ろ湿潤地方の土壤に多い．以上の如き無機成分は乾燥地方においては土壤中に集積せられるに対し，湿潤地方においては土壤中より流出する事が多いためであり，又湿潤地方は乾燥地方に比して植物の繁茂旺盛で，自然土壤中に植物体に由来する腐植質並に窒素の添加せられることが多いためである．

又 COFFEY 氏[37)]が挙げた乾燥地・湿草地及び湿潤森林地における土壤の HCl 処理による化学成分量の差異を示すと第2表の如くである．

Table 2. Chemical Composition of Soils of Arid, Prairie, and Humid Region

	Number of Samples	CaO %	MgO %	K_2O %	P_2O_5 %
Arid	318	2.65	1.20	0.71	0.21
Transition (Prairie)	215	1.09	0.51	0.43	0.18
Humid (forest)	743	0.41	0.37	0.37	0.16

即ち乾燥地・湿草地並に湿潤森林地における CaO・MgO・K_2O及びP_2O_5 の成分量を見るに，何れの成分も乾燥地に最も多く，湿草地には稍少く，湿潤森林地においては更に減少し，乾燥地より湿潤地に至るに従いその含有量を減少しているのである．

以上は乾燥及び湿潤両気候の下における土壌の成分量の相異であるが，更に気候が生成せられる土壌の性質の上に如何に影響して来るかを見るに，湿潤なる温帯地方においては Dolerit は灰色の粘土に風化するが，湿潤なる熱帯地方においては全く同様なる Dolerit より Laterit が生成し来るのみならず，玄武岩・花崗岩の如き岩石よりも熱帯地方においては Dolerit 同様 Laterit を生じ，何ら母岩の影響は無いのである．今異なる気候状態の下において同様な Dolerit が風化作用を受けた場合の差異を挙げれば第3表の如くである．

Table 3. Composition of Rocks and Weathered Products in Different Climatic Regions

	Clay formation		Laterit formation	
	Fresh	Weathered	Fresh	Weathered
	%	%	%	%
SiO_2	49.3	47.0	50.4	0.7
TiO_2	0.41	1.8	0.9	0.4
Al_2O_3	17.4	18.5	22.2	50.5
Fe_2O_3	2.7	14.6	9.9	23.4
FeO	8.3	—	3.6	—
MgO	4.7	5.2	1.5	—
CaO	8.7	1.5	8.4	—
Na_2O	4.0	0.3	0.9	—
K_2O	1.8	2.5	1.8	—
P_2O_5	0.2	0.7	—	—
H_2O	2.9	7.2	0.9	25.0

第3表の如く土壌の生成に対し気候が極めて重要な因子である事は明かであるが，LANG[38]氏は温度及び降水量の相互関係を研究の基礎となし，土壌を湿潤ならしむるに低温度においては比較的少量の降水量でも可なるも，高温度においては，より大なる降水量を必要とし，かかる気候状態の下においては仮令其の気温を異にしても土壌は自然脱滷作用を受る程度を等しく

し，生成せられる土壌は其の性質を同じくするものであると称している．故に同氏は年平均気温と年降水量とから雨量温度係数（Regen-Faktor）を定め，之れによって土壌生成の型を決定しうるものとしたのである．即ち雨量温度係数とは年降水量を年平均気温で除した数で次の如き式にて示されている．

$$RF = \frac{N}{T}$$

N＝降水量（Niederschlag）mm
T＝温　度（Temperatur）°C

而して同氏によれば雨量温度係数と土壌型との間には次の関係があるという．

R F	Soil Type
＞160	Humus Soil
160～100	Black Soil Laterite
100～60	Brown Soil
60～40	Yellow Soil, Red Soil, Laterite
＜40	Saline Soil, Desert Soil (Soils in arid climate)

又 MEYER[39] 氏は蒸発の因子として温度のみならず空中の湿度・風の強さ・圧力等もこれを挙げている．而して同氏は或る温度における絶対湿度及び比較湿度より飽差を求め，これを以て年降水量を除し，得たる数値を雨量飽差係数（N.S.Quotienten）と称し，これが数値と土壌型との関係を見出さんとしているのである．

$$NSQ = \frac{N}{S}$$

N＝降水量（Niederschlag）mm
S＝飽　差（Sättigungsdefizit）

今同氏の挙げた気候・土壌型・雨量飽差係数並に LANG 氏の雨量温度係数を示せば第4表の如くである．

Table 4. NSQ, RF and Soil Type

Climate	Soil Type	N S Q	R F
Arid	Desert Soil	0 ～ 100	＜ 20
Semi Arid and Semi Humid	Mediterranean Coast Soil	50 ～ 200	20 ～ 40
	Chestnut Soil	100 ～ 275	20 ～ 50
	Tschernozem	125 ～ 350	40 ～ 70
Humid	Brown Soil	275 ～ 500	60 ～ 80
Per Humid	Gray Soil	300 ～ 1200	60 ～ 300
	Tundra (＜0°C)	500 ～ 600	120 ～ 160
	Mountain Soil	1000 ～ 4000	＞ 200

又 MARBUT 氏[40]は北米合衆国の土壌を大別し，一を石灰質土壌（Pedocals）と称して乾燥気候の下に発達し来る土壌となし，他を鉄礬土質土壌（Pedalfers）と唱え，湿潤気候の下に発達し来る土壌となした．前者は炭酸石灰その他の塩類を集積するを以て特徴とし，後者は鉄礬土を集積する傾向あるを特徴とする土壌である．尚この他に VILENSKY,[41] COMBER,[42] PENCK,[33] RAMMAN 氏[6][7]等も何れも気候状態と土壌型との関係を挙げ，土壌型生成に対し気候の影響が大である事を述べている．

満洲における気象の観測は元満鉄沿線におけるものは元関東州観測所[43]において行い，北満におけるものは元東支鉄道中東鉄路管理局[44]で行つたものがある．而して満洲全体に亘つては元満洲観象台[45]で観測を行つている．気象の観測数値は永き年月に亘りて観測した結果を以て正確であるとするが，全満における観測年月は極めて短いので，永い年月に亘る正確な数値を以て満洲の気候を立論する事は不可能であるから，本研究においては昭和11年乃至13年度における観測数値と，元関東州観測所並に元中東鉄路管理局で観測した数値を併用して，満洲の気候と土壌性状との関係を見ると次の如くである．而して飽差は全満に亘つて広く求め難いので，MEYER 氏の雨量飽差係数の算出と其の関係は差置き，LANG 氏の雨量温度係数のみを算出し，其の関係を見た．而して雨量温度係数算出に当り（雨量飽差係数においても同様）寒冷な冬季を有する地方においては，無霜期間の係数を以て考察するのが適当とされるかの様であるが，満洲における気候状態は，冬季寒冷であるが，夏季高温且つ降水量は夏季に多く，所謂大陸的の気候で，従つて前記係数を算出する場合，無霜期間のそれを算出すると全満甚だ相類似する数値を示すものが多く，満洲においては冬季の気温を考慮しないでは気候の影響を考察し難いもののようであるから，無霜期間におけるものよりは全年における雨量温度係数を算出し，これによつて出現する処の土壌の性状を検討するのが適当の様に思われる．依つて全年における雨量温度係数により満洲における気候状況と土壌の性質との関係を見ると第5表の如くである．

Table 5. Climate and Soil Type of Manchuria

Average Temp. (°C)	Annual Rainfall (mm)	R F	Soil Type
8 ～ 12	500 ～ 900	50 ～ 100	Terra rossa
5 ～ 10	600 ～ 1000	100 ～ 150	Forest Brown Soil
< 5	500 ～ 800	> 150	Podsol
6 ～ 10	200 ～ 400	30 ～ 50	Chestnut Soil, Brown Soil
< 6	300 ～ 500	> 50	Tschernozem, Chestnut Soil
< 0°C	200 ～ 300	—	Tschernozem, Chestnut Soil

〔註〕 気象観測数値は附表Ⅰにある．

而して満洲においては大体年降水量 600mm を以て乾燥気候と湿潤気候とに別ける事が出来．気候状況と土壌型との間には相互に関係を有し，これを土壌の性質についてみれば MARBUT 氏[40]のいつたように，石灰質土壌と鉄礬土質土壌とに大別することが出来るのである．即ち石灰質土壌は乾燥又は半乾燥気候の下に出現し，土壌は塩基類で飽和されて居り，反応は

塩基性を呈する．而して石灰質土壌の土壌帯をなすものには黒色土壌・栗色土壌・褐色土壌等があり，その局部土壌をなすものに塩土（Saline Soil）・鹸土（Alkali Soil）・脱鹸土（Soloth）等がある．

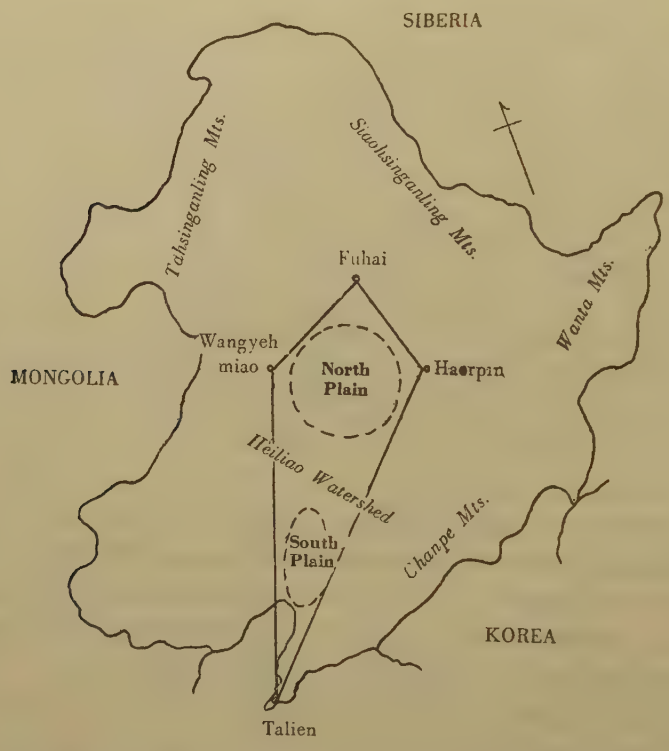
又鉄礬土質土壌は湿潤気候の下に生成し，土壌中に塩基類は集積すること少く，反応は酸性を呈するものである．而して鉄礬土質土壌の土壌帯をなすものには灰白土壌・森林褐色土壌・テラローザ等があり，その局部土壌をなすものに，排水不良の場合に沼沢土壌・湿草地土壌が出現し，炭酸石灰の多い処には（石灰岩上など）石灰腐植土（Rendzina）が出現する．而してこのアルカリ土壌は石灰質土壌地帯に湿地と共に局部的に出現するものである．従つて滿洲東部における湿地と中央以西における湿地とは自らその性質を異にするものであることは明かである．

翻つて，日本は欧亜の大陸と異り，一島嶼で，地積狭少，其の地質構造錯雑を極め，山岳多く，平地少く，雨量多く，所謂不完全地帯土壌をなすものである．然れども，北より南に亘つて広く土壌分布の状況を観察すれば，其の間気候状態を異にするに従い該地方の気候に支配せられる各種の土壌の出現が認められるのである．即ち寒冷多湿の気候を有する北方にあつては，灰白土壌[46)~(50)]の出現を見，北海道においてもまた軽微な漂白作用を受けた灰白土壌[46)~(50)(138)(139)(140)]の出現が認められ，南に進むに従い森林褐色土壌が存在し，更に赤色土化作用を蒙り，高温多湿なる南方に至つては赭土[51)(52)(53)(139)(140)]の発達が認められるのである．前記の如く滿洲において出現する処の土壌は関東州にテラローザがあるが[54)(55)]，赤色土化作用を蒙ること赭土に及ばず[56)]，又南滿の森林褐色土壌は日本内地のそれとは異り稍乾燥にすぎ[57)(58)]，又中部以北より東部に亘つて分布する灰白土壌においては[59)(60)]，その灰白土化作用は極めて軽微で，灰白土壌としての特徴ある性質を充分に示さないのである[61)]．又西部においては黒色土壌[83)]・栗色土壌[61)(62)(63)]等が分布するが，これ等は日本内地に存在しない処のものである．即ち滿洲東半部に出現する土壌型は日本においても大体之れを見ることが出来るが，滿洲西半部における土壌型は日本においてはこれを見ることが出来ないのである．而して斯の如く滿洲における土壌型の種類並にその性質が日本のそれと甚しく相異る処のものは，日本が高温多雨な海洋的気候であるのに対して滿洲は寒暑の差甚しく且つ年降水量の少い所謂大陸的気候であるのに帰因するものである事は明かな事柄である．即ち日本の土壌が降水量多く湿潤であるため脱滷作用を蒙ること甚しく一般に酸性を呈するに対し，滿洲においては降水量少く脱滷作用を受る事少く，塩基類によつて吸収的に飽和せられるか，又は飽和に近い状態の土壌が多く従つて反応もまた塩基性乃至弱酸性を呈するものが多い．滿洲の土壌はその生成過程において気候の影響を蒙ることが極めて大であると共に，日本内地の如く永き年月の間開墾されて人工的にその性質を変化されたものとは異り，各所に処女地と見做し得る地域があり，或は開墾後日未だ浅く，各種土壌型土壌の典型的なものが存在しており，為に滿洲の土壌を取扱う上には此の気候的土壌帯なるものを無視することは出来得ないのである．

(III) アルカリ土壌地帯の分布

前記の如く滿洲における気候は地方によつて其の状況を異にし，土壌の生成並にその性質と密接なる関係がある．而して滿洲の気候は年降水量600mmを以て湿潤気候と乾燥気候とに大別することが出来，大興安嶺山脈以西の呼倫貝爾地方は年降水量300mm以下で，大興安嶺山脈以東は300～600mmである．従つて乾燥気候と大別され得る地域においても，呼倫貝爾地方はこれを乾燥気候の地帯と見做され，年降水量300～600mmの地帯とはこれを半乾燥気候の

地帯と見做すを妥当とする．半乾燥気候の地帯は大興安嶺山脈東南部の所謂東蒙古地方並に満洲平原の西部地方で，呼倫貝爾地方と共に土壌は石灰質土壌に属し塩基性を呈する．而して石灰質土壌地帯の低地即ち満洲中央平原においてはその南部の遼河，北部においては松花江並に此に流入する嫩江，洮児河等の流域背後地は何れもアルカリ塩類の集積大で，アルカリ土壌地帯に属する．而してこれ等諸河川の流域背後地のアルカリ土壌地帯は，哈爾浜・大連・王爺廟・富海を結ぶ二辺の長大なる菱形の中に概ね存在する．尚呼倫貝爾地方においても，海拉爾・満洲里を中心としてその低地の一部はアルカリ土壌地帯に属するが，満洲中央平原におけるそれとは気候条件を異にし，乾燥その度を加える結果，農業的意義もまた相異なるのみならず，其の面積大ならずと想定されるので，これに就ての論及は他日に譲り，今中央平原における前



Text-fig. 1. Alkali Soil Region of Central Plain in Manchuria.

記菱形の中に包擁せらるべき地方におけるアルカリ土壌地帯の分布を見るに，浜江省・龍江省・奉天省・錦州省・吉林省・四平省等（何れも元満洲国省別）に亘つているのである．(64)(65)(66)(67)

世界におけるアルカリ土壌は頗る広汎なる地域に亘つて分布しており，HARRIS(68)氏はアルカリ土壌の分布せる地域を降水量によつて区分し，年平均 250mm 以下の乾燥地帯及び 550mm 以下の半乾燥地帯並に 750mm 以下の半湿潤地帯の一部に亘る三地域としている．而してアルカリ土壌の分布の最も広大な地積を有する国は北米合衆国で Washington 州，Oregon 州，California 州，Utah 州(68)(69)および Nevada 州の大部分を含む大盆地，更に Wyoming 州，Utah 州，Colorado 州，Arizona 州(70)及び California 州の一部を含む Colorado 河の流域，

New Mexico 州及び Texas 州の一部を流れる Columbia 河の流域等に亘つて存在し，西経 100 度以西の地において太平洋沿岸を除く外は凡ての地方に出現している[68][71]．尚 Canada の西部，Mexico の高原地方，南米大陸においては Brazil，Argentine の西部平野及び Chile，又濠洲並にアフリカの Sahara，Algeria，Morroco，Tunis 等にも分布し[68]，欧洲においては，Hungary，[72][73]ソ連においては裏海・黒海等の沿岸に存在し[74]，又アジアにおいては Arabia，Mesopotamia，Iran，Afganistan，Turkistan，北部 India，[68]中華人民共和国北部及び西北部，蒙疆等広大な面積に亘つて存在する[75]～[78]．又台湾にも発見されている[79]．而して滿洲における[80]アルカリ土壌は前記の如く年降水量 600mm 以下の半乾燥地帯に主として分布し，尚又 300 mm 以下の乾燥地帯にも存在しており，HARRIS 氏の謂う降水量による乾燥・半乾燥・半湿潤の地帯とは降水量において多少の差異はあるが，滿洲においてもアルカリ土壌は半乾燥並に乾燥地帯に分布しており，気候との関係が密接である．

(IV)　アルカリ土壌地帯の地質学的成因

滿洲における地形を大観するに，その山系は大体二つの規則正しい方向に走つている．即ち其の一は北東より南西の方向に走るものにして，PUMPELLY 氏[81]により 1866 年所謂支那方向 (Sinian direction) と称せられた山系で，大興安嶺山脈並に長白山脈がこれである．其の二は北西より南東に走向を有する山系で，この方向に対しては1903年小藤氏[81]は朝鮮方向と命名せられ，小興安嶺山脈をその最たるものとする．更に滿洲の中央において遼河と松花江との分水嶺を劃する新帯氏[82]の所謂黒遼分水嶺と称する波丘状の丘陵もまたこの朝鮮方向に属する山脈と称し得る．支那方向の大興安嶺山脈及び長白山脈等の成立後遙か後代において北西より南東の方向即ち朝鮮方向の地殻運動が起り，此の地殻運動によつて黒遼分水嶺が出現し，此の分水嶺の出現のために，南方渤海の海底から，新民・洮南・斉々哈爾を過ぎ，更にその北方拉哈に至る大平原であつたものを両断し，一は斉々哈爾・哈爾浜を結ぶ線を中心とする北滿の大平原を造り，他は新民を中心とする南滿の平野を形成した．而して洪積期において前記地方は一旦かなり広い区域に亘り沈降が行われたが，其の後此等の地方には或る程度の隆起作用が起り，現在は陸地となつている黒遼分水嶺以南の南方平野も嘗ては一度渤海の海底となり，後海上に上昇したるものとされているのである[83]．即ち斉々哈爾・哈爾浜を結ぶ線を中心とする北方平原は洪積期における黄土の堆積の層であり，第四紀古層に属し[85][84]，安達街附近においては此の黄土は 6 m以上の厚層をなしている．安達県の東北方青岡県においては同県公署内の井戸を掘鑿せる際の土層の深さを調査しているが，それによると表層23尺は黄土と見做さるべきものである．同署においては深層の土壌が保存されて居らず，図上に土層の深さと土壌の状態を彩色して之れに簡単な説明を添えているのみで明確ではないが，本地帯の地下構造を窺うに足るものである．同図によると

shaku (尺)	
0 ～ 3	Black Clay Soil
3 ～ 23	Yellowish Brown Clay Soil
23 ～ 59	Grayish Black
59 ～ 150	Grayish Brown
150 ～ 163	Yellow Sand
163 ～ 566	Black Mud

となつて居り，此によつてみると地下163尺以下においては厚さ403尺の黒色泥土があり，更にその上部に13尺の砂層があり，此の地方がかつて水底であつたと見做す事が出来る．砂層の上に91尺の灰褐色の層があり，その上に36尺の灰黒色の土壌がある．此によると水底にあつた土地が一度陸地となり腐植質の生成された事を示している．而して更にその上に黄褐色の厚さ20尺の層があり，その上に3尺の黒色を呈する現在の表層土壌を有する．現在表面にある黒色土壌の直下にある黄褐色の層は安達街附近においては6m以上の層をなす黄土である．而して表層の黒色をなす部分は黄土の上に生成せられた黒色土壌で，その下部即ち表層土と下層土との堺に更新世期の哺乳類・偶蹄類・原牛，*Bos primigenius* BOJ. の化石を有している．(83) 尚本地帯には松花江・嫩江・洮児河等に由来する河成沖積層が此等諸河川の流域に存在している．

又満洲の南部関東州にも黄土が分布しているが，(84) 前記の如く地殻の変動により，一旦海底となつたものが更に上昇して来たものであるが故に，仮令黄土は存在するとも，黄土層には礫を有し層理を示し，一見して水成なる事は明かで，前記新民を中心とする南満の平原は為に海成沖積層を主とし，遼河沿岸には更に河成沖積層が存在しているのである．

以上の如く満洲の中央平原は或る地質年代までは同一であると見做し得るが，第三紀以後において地殻の変動により，一大平原は二分せられ且つ地殻の沈下上昇により，北方平原は第四紀古層とその低地を占める河成沖積層より成り，南方平原は海成沖積層を主とし，その間に河成沖積層を介在しており，北方平原と南方平原とにおいては河成沖積層を除けば，全くその地質学的成因を異にしているのである．

尚北方平原と南方平原とは以上の如き地質学的成因に差異があり，且つ又両者共に一大平原と見做し得べきも，更に仔細に地形を見るに両平原共自ら地域的に相違あるを認むるのである．今北方平原と南方平原とのアルカリ土壌の出現する地帯の標高を基礎として地形を見るに次の如くである．即ち北方平原の訥河県は標高 300m，富裕県は 230m，林甸・泰康・安達県等は 190m 乃至 200m の標高を有し，尚青岡・蘭西県の北部は同じく 200m の高度を保つが，肇東・肇州県並に郭後旗等は標高稍低く 170m 内外を示し，松花江沿岸においては 150m 内外となる．又嫩江以西にあつては甘南県は 200m，景星県は 170m，又泰来・鎮東・洮南県等は 150m 乃至 140m で北より南に向つて漸次低くなつている．而して北方平原には中央より稍西によつて北方より嫩江が流下し，又南部にあつては西方より洮児河が東流して嫩江に合し，共に松花江に流入しているのである．即ち北方平原においては林甸・泰康県を堺として安達を中心とする地域と，嫩江・洮児河を中心とする地域との二つに分ける事が出来る．前者に属するは青岡・蘭西・安達・肇東・肇州・林甸・泰康県並に郭後旗にして，後者に属するは富裕・訥河・龍江・甘南・景星・泰来・鎮東・洮安・洮南県等である．而して安達を中心とする地域は北方より南方に向つて低く，又嫩江・洮児河を中心とする地域も北より南に向つて低くなつているのである．

又南方平原は新民を中心とする海成沖積層と見做されるが，殆んど北より南に向つて遼河が流れ，此の遼河の流域には河成沖積層を有する．而して南方平原の北部康平県は標高90mで，法庫県は70m，新民県は 50m，遼中県は 40m，台安県は 30m，盤山・海城・錦県等は20m，蓋平県は 10m となつており，渤海沿岸においては標高僅に2mの処さえあり，北より南に進むに従い，その標高を減少している．即ち南方平原は北方より南方に向つて緩かなる傾斜をなした平原なのである．

(V)　アルカリ土壤地帶の地質学的成因と土性との関係

前記の如く北方平原と南方平原とはその地質学的成因が異り，然も地域的には標高を異にしているのである．従つて其の間性質を異にするものがある事は敢て想像するに難くないのである．併しながら広大なる地域に亘り分布するアルカリ土壤地帶に対し，今日迄行われたる調査研究の結果は甚だ少く，為に其の結果を以て直にアルカリ土壤地帶の特異性を考究する事は多少正鵠を欠く嫌がないでもないが，これに著者の調査成績を加え今日迄に得られた数値を以てここに本問題を検討する事とする．今北方平原並に南方平原の土性を見るに第6表の如くである．但し土層は0～50cm をI層となし，50～100cm をII層となし，100～150cm をIII層となした．(〔註〕表層土は 40～50cm なるを以て 50cm までをI層となし，従つて下層土壤においても 50cm を以て単位とし土層を3層に分けた．) 而して北方平原土壤の試料点数は118点にして，南方平原土壤の試料点数は28点である．土性は ASK 淘汰器を使用し土粒を分離判定した．

Table 6.　Soil Class

North Plain Soil

Soil Class	Expt. result			Ratio (%)		
	I Horizon	II Horizon	III Horizon	I Horizon	II Horizon	III Horizon
S	2	2	2	2	2	2
SL	18	15	13	15	13	11
L	26	24	23	22	20	19
CL	29	27	25	25	23	21
C	43	50	55	36	42	47
Total	118	118	118	100	100	100

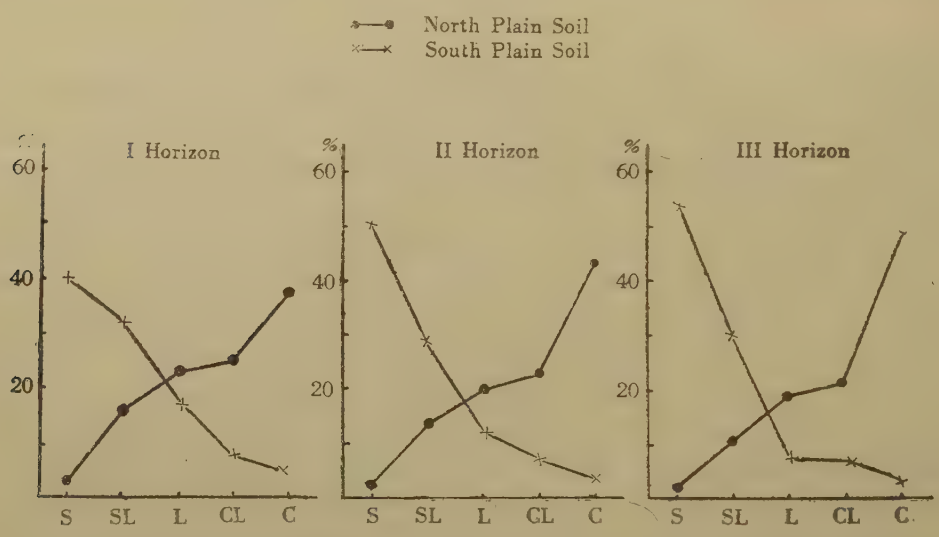
South Plain Soil

Soil Class	Expt. result			Ratio (%)		
	I Horizon	II Horizon	III Horizon	I Horizon	II Horizon	III Horizon
S	11	14	15	39	50	54
SL	9	8	8	32	28	28
L	5	3	2	18	11	7
CL	2	2	2	7	7	7
C	1	1	1	4	4	4
Total	28	28	28	100	100	100

Note— S は砂土 (Sand)；SL は砂壤土 (Sandy Loam)；L は壤土 (Loam)；CL は埴壤土 (Clay Loam)；C は粘土 (Clay)

北方平原土壌の実験個体数118点の中，I層においてはSは2点，SLは18点，Lは26点，CLは29点，Cは43点にて，此を割合より見れば，Cは36%で最も多く，CLは25%で此に亜ぎ，Lは22%，又SLは15%，Sは2%にて極めて少い．II層においてはI層と同様Cが最も多く50点で42%を占め，CLは23%，Lは20%，SLは13%，Sは2%で最も少い．又III層においてもCは最も多く47%を占め，CLは21%で此に亜ぎ，Lは19%，SLは11%，又Sは2%である．即ち各層共にCは最も多く，CL，L，SL，Sと順位している．而してCはI層よりII層III層と漸次増加するが，CL，L，SLは共にI層に多く，II，III層に漸次減少し，又Sは各層共に相同じである．即ち土粒は表層土壌にその大さを増加し，下層土壌にその大さを減少する傾向がある．北方平原土壌の土性は埴土に属するものが多いのをその特徴としている．

南方平原土壌の実験個体数28点の中，I層においてはSは11点，SLは9点，Lは5点，CLは2点，Cは1点にて，此を割合より見れば，Sは39%で最も多く，SLは32%で此に亜ぎ，



Text-fig. 2. Comparative Ratio of Soil Class.
S, sand; SL, sandy loam; L, loam;
CL, clay loam; C, clay.

Lは18%，CLは7%であり，Cは4%で最も少い．II層においてはI層と同様Sが最も多く50%を占め，SLは28%で此に亜ぎ，Lは11%，CLは7%で更に少く，Cは僅に1点で4%に過ぎない．又III層においてはSは15点で54%を占め最も多く，SLは此に亜ぎ28%である．LとCLとは共に7%であり，Cは僅に4%である．南方平原土壌においては各層共にSが最も多く，SL，L，CL，Cと順位し，更にSはI層よりII・III層へと多くなり，SLとLとはI層に多く，II層III層に至るに従い稍減少するが，CLとCとは各層共に相同じである．即ちI層よりII層III層へと土粒は砂質に傾く傾向が大である．南方平原土壌は北方平原土壌に相反し，土性は砂土に属するものが多いのを特徴としている．

今両平原土壌の土性の割合を曲線を以て示せば第2図の如くである．

即ち北方平原土壌の土性は埴土に属するもの多く，砂土に属するもの少く，此に反して南方

平原土壌の土性は砂土に属するもの多く，埴土に属するもの少きが故に土性比較の曲線はX型を示している．尙此の関係は独り表層土においてのみならず，下層土においても曲線は同様X型を示しており，更に土性は対蹠的傾向を増加する様である．

以上の如く北方平原土壌と南方平原土壌とにおける土性の差異は，その地質学的成因に明かな如く，北方平原は黄土の堆積による洪積層であるに対し，南方平原は海域沖積層であるからである．

更に北方平原と南方平原とにつき各地域に亘り土性の差異を見ると第7表の如くである．

Table 7. Frequency of Soil Class

North Plain Soil

Soil Class	Horizon	Tsingkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nêho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎭東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
S	I	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
SL	I	0	0	1	0	0	0	1	2	1	3	0	1	1	3	4	0	1	18
	II	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3	0	2	0	2	3	1	1	15
	III	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	0	2	0	3	2	0	0	13
L	I	0	0	1	0	0	3	1	1	1	0	1	1	2	3	8	1	3	26
	II	0	0	0	0	0	3	2	1	1	0	1	0	3	2	7	2	2	24
	III	0	0	0	0	0	2	1	1	2	0	1	0	3	2	7	2	2	23
CL	I	0	0	3	1	4	2	5	2	0	0	2	1	0	0	6	2	1	29
	II	0	0	2	0	2	2	2	4	1	0	2	1	0	1	7	1	2	27
	III	0	0	2	0	2	2	2	3	1	0	2	1	0	0	5	2	3	25
C	I	2	4	0	5	10	6	2	0	2	0	0	0	2	0	8	2	0	43
	II	2	4	2	6	12	6	5	0	1	0	0	0	2	0	9	1	0	50
	III	2	4	2	6	12	7	6	0	1	0	0	0	2	0	12	1	0	55

South Plain Soil

Soil Class	Horizon	Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haichêng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦県)	Total
S	I	1	0	2	4	1	0	0	1	0	2	11
	II	3	0	2	4	1	0	1	1	0	2	14
	III	4	0	2	4	1	0	1	1	0	2	15
SL	I	2	1	1	0	0	0	2	2	1	0	9
	II	1	1	2	0	0	0	1	2	1	0	8
	III	0	1	2	0	0	1	1	2	1	0	8
L	I	0	1	1	0	0	1	0	0	2	0	5
	II	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3
	III	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
CL	I	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
C	I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	II	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	III	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

即ち北方平原の安達を中心とする地域の土壌にありては，埴土に属するものが多いが，嫩江・洮児河を中心とする地域の土壌においては，壌土・埴壌土に属するもの多く，特に鎮東県の如きは埴土が多いけれども，安達を中心とする地域の土性に比して一般に稍砂質を呈する．是畢竟嫩江・洮児河等の流水の影響を蒙ると共に風の運搬力による影響を蒙つているものであつて，等しく北方平原においても地域によつて多少その土性を異にし，北方より南方へ更に西方より東方へと次第に土性は埴土的傾向を招来するのである．

又南方平原の土壌は大体砂質を示すものが多いけれども，渤海の影響を受ける事少い北部地方，又は遼河沖積の影響を受け居る地方のものは埴質を呈する．即ち北部康平県においては黒遼分水嶺に近く埴質を示すものあり，又南部盤山県においては遼河による河成沖積の結果埴質を示すものがある．而して南方平原においては特に表層土のみならず，下層土において却つて砂質の傾向が多いのは海成沖積層である事を示すものと思われる．

(VI) アルカリ土壌地帯の地質学的成因と土壌含有塩類との関係

前記の如く滿洲中央の平原におけるアルカリ土壌地帯はその地質学的成因を異にし，且つ又その土性に差異を示すものであるが，そこに出現する土壌の中に含有せられるアルカリ塩類の種類・濃度・反応等においても自ら差異ある事を認め得るのである．而してアルカリ土壌中に存在する塩類は主として塩化曹達・硫酸曹達・炭酸曹達・重炭酸曹達等にして，此等の塩類は時期により土壌中を移動することは周知の事柄である．即ち降水ある時は水に溶解して水と共に下層に浸潤するが，晴天が打続けば地表に集積し，乾燥が烈しいと結晶が析出するに至る．故に土壌採取の時期によつて塩類の分布並に含有量に差異を来すのである．依つて本実験においては6月乃至8月の降雨期を過ぎ，塩類の移動は終末を告げ，これより乾燥凍結期に入ろうとする10月乃至11月の候に採取した土壌試料につき実験を行い，季節的の影響を無からしめた．

而してアルカリ塩類の定量に際しては其の全量を測定すると共に CO_3''，HCO_3'，Cl' 及び SO_4'' の陰イオンを定量し構成塩類の質的関係を考察するの資に供した．これはアルカリ土壌中に含有されるアルカリ塩類は，既述の如く，主として曹達塩類より成り，その陰イオンを測定すれば自らこれを構成する塩類の質的関係は査察推定する事が出来るからである．

採取した土壌は風乾した後2 mmの孔径を有する篩にて篩別し，100g を秤量し500ccの蒸溜水を加え，1時間振盪したる後24時間放置し後濾過し，その濾液一定量をとり，蒸発乾固し秤量して含有アルカリ塩類の全量となした．又濾液一定量より CO_3'' はフェノールフタレンを指示薬となし，$\frac{N}{10}$ H_2SO_4 にて滴定し，HCO_3' はメチルオレンヂを指示薬として $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 にて滴定し，前者は滴定数の2倍に0.003を，後者は滴定数に0.006を乗じて求めた．又 Cl' はクロム酸を指示薬とし，$\frac{N}{10}$ $AgNO_3$ にて滴定し，SO_4'' は塩化バリウム液を加え，硫酸バリウムとして沈澱せしめ，これを濾過灼熱秤量して SO_4'' を算出した．(86) 尚濾液の反応は比色法によりてその pH 価を測定した．

尚本実験においても土性の場合と同様に土層を3層に分ち，I層は0～50cm，II 層は50～100cm，III層は 100～150cm となした．而して北方平原土壌の実験個体数は118点にして，南方平原土壌の実験個体数は28点である．今両平原土壌のアルカリ塩類の全量，同塩類中の各陰イオン量並に同塩類水溶液の pH 価を見るに附表 II の如くである．而してアルカリ塩類の全量はこれを

(1) 0.01～0.05%　(2) 0.05～0.1%　(3) 0.1～0.25%　(4) 0.25～0.5%
(5) 0.5～1.0%　(6) >1.0%

の6級別に分ち，各陰イオンの量は

(1) 0　(2) 痕跡～0.01%　(3) 0.01～0.05%
(4) 0.05～0.1%　(5) 0.1～0.5%　(6) >0.5%

の6級別に，又 pH 価は

(1) 7～7.5　(2) 7.6～8.0　(3) 8.1～8.5　(4) 8.6～9.0　(5) >9.1

の5級別に区分して各区分に属する実験個体数を示してみると次の如くである．而してアルカリ塩類全量においては，普通0.2%が作物生育の限界とされるが故に0.1%と0.5%との中間

に0.25%を以て限界とせる一級別を挿入した．又各陰イオンには塩類中に存在しない場合もあるが故に，含有されない場合を0となし，仮令含有されても痕跡に属するものと区別した．

第8表は即ち全塩類測定の実験結果であり，更に其の割合である．

Table 8. Total Alkali Salts

No.	Concent. of Salt (%)	North Plain Soil						South Plain Soil					
		Expt. result			Ratio (%)			Expt. result			Ratio (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0.01～0.05	3	5	7	3	4	6	0	0	0	0	0	0
2	0.05～0.1	20	28	30	17	24	25	2	6	9	7	21	32
3	0.1 ～0.25	39	37	39	33	31	33	12	12	10	43	43	36
4	0.25～0.5	23	21	26	19	18	22	6	5	4	21	18	14
5	0.5 ～1.0	23	21	15	19	18	13	6	3	3	21	11	11
6	>1.0	10	6	1	8	5	1	2	2	2	7	7	7
	Total	118	118	118	99	100	100	23	28	28	99	100	100

以上の表に見るように北方平原土壌I層にあつては実験個体数118点の中，0.01～0.05%のものは3点，0.05～0.1%のものは20点，0.1～0.25%のものは39点，0.25～0.5%のもの及び0.5～1.0%のものは23点，又1.0%以上のものは10点にして，これを割合より見れば0.1～0.25%のものは33%にして最も多く，0.25～0.5%のもの及び0.5～1.0%のものは共に19%，0.05～0.1%のものは17%にて稍減じ，1.0%以上のものは8%であり，0.01～0.05%のものは3%にて最も少い．II層においては実験個体数118点の中，最も多いのは0.1～0.25%のもの37点にて全体の31%を占め，0.05～0.1%のものは28点で24%，0.25～0.5%のもの及び0.5～1.0%のものはそれぞれ21点で18%を占め，又1%以上のものは5%，0.01～0.05%のものは4%で共に甚だ少い．又III層の実験個体数118点の中，最も多いのは0.1～0.25%のもので，其の数39点，33%を占め，0.05～0.1%のものは25%でこれに亜ぎ，0.25～0.5%のものは22%，0.5～1.0%のものは13%，0.01～0.05%のものは6%，1.0%以上のものは僅に1%で最も少い．

以上の如く北方平原土壌においては各層共に最も多いのは0.1～0.25%程度のものであり，此より濃度の低いものも，又濃度の高いものも何れも濃度の高低に伴つて各層共に漸次減少している．而して0.01～0.05%のもの及び0.05～0.1%のものはI層よりII層III層へと漸次増加しており，又0.1～0.25%のもの及び0.25～0.5%のものはII層において稍少いが，各層の間に大差なく，0.5～1.0%のもの及び1.0%以上のものはI層に多くII層III層に至るに従い漸次減少している．即ち濃度の低いものは下層土に多く濃度の高いものは表層土に多い傾向を示している．

南方平原土壌の実験個体数28点の中，I層においては0.01～0.05%のものは存在せず，0.05～0.1%のものは2点，0.1～0.25%のものは12点，0.25～0.5%のもの及び0.5～1.0%のものは共に6点で1.0%以上のものは2点である．此を割合より見れば，0.1～0.25%のものは43%で最も多く，0.25～0.5%のもの及び0.5～1.0%のものは共に21%でこれに亜ぎ，0.05～

0.1%のもの及び1.0%以上のものは共に7%である．II層においてはI層と同様0.1～0.25%のもの最も多く12点にて43%を占め，此に亜いで0.05～0.1%のものは6点にて21%，又0.25～0.5%のものは18%，0.5～1.0%のものは11%で，1.0%以上のものは7%に過ぎない．又III層においてはI層，II層と同様，実験個体数28点の中，0.1～0.25%のもの36%を占めて最も多く，0.05～0.1%のもの32%にて此に亜ぎ，0.25～0.5%のものは14%となり，又0.5～1.0%のものは11%，1.0%以上のものは7%に過ぎない．

即ち南方平原土壌においては0.01～0.05%の如き濃度の極めて低いものは各層共に存在しない．而して0.1～0.25%程度のものは各層共に最も多く，此より濃度低いものは各層減少し，又濃度高いものは濃度の高いのに伴い各層共に減少している．而して0.05～0.1%のものはI層よりII層III層と順次増加を示し，又0.1～0.25%のものはIII層のみ稍少く，0.25～0.5%のものはI層よりII層III層と漸次減少している．又0.5～1.0%のものはI層のみに多く，1.0%以上のものは各層共同じ数値を示している．即ち南方平原土壌においても0.1～0.25%のものが各層共に最も多く，此より濃度の低いものは下層土に多く，又此より濃度の高いものは表層土に多い傾向を示すが，0.25%以上のものは濃度の高いのに従い其の数が少く，表層土と下層土との間に大なる差異がなくなるのである．

以上の如く北方平原土壌においては0.01～0.05%の如き濃度の低いものが存在するに対し，南方平原土壌においてはかかる濃度の低いものは存在しない．而して北方平原土壌においても南方平原土壌においても0.1～0.25%のものは各層共に多く，此より濃度低きものは表層土より下層土に多く，又これより濃度の高いものは下層土より表層土に多い傾向を有している．

全塩類中の CO_3'' の実験結果並に此が割合は第9表の如くである．

Table 9. CO_3'' in Total Salts

No.	Concent. (%)	North Plain Soil						South Plain Soil					
		Expt. result			Ratio (%)			Expt. result			Ratio (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0	37	40	42	31	34	36	15	23	28	54	82	100
2	Trace～0.01	34	39	42	29	33	36	7	5	0	25	18	0
3	0.1～0.05	9	10	16	8	8	13	6	0	0	21	0	0
4	0.05～0.1	17	11	8	14	9	7	0	0	0	0	0	0
5	0.1～0.5	21	18	10	18	15	8	0	0	0	0	0	0
6	>0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	118	118	118	100	99	100	28	28	28	100	100	100

北方平原土壌の実験個体数118点の中，I層において CO_3'' を含有しないものは37点，其の量0.01%以下のもの34点，0.01～0.05%のもの9点，0.05～0.1%のもの17点，0.1～0.5%のもの21点，0.5%以上のものは存在しない．これを割合より見れば，CO_3'' を含有せざるもの31%にて最も多く，0.01%以下のもの29%にて此に亜ぎ，0.1～0.5%のもの18%，又0.05～0.1%のもの14%，0.01～0.05%のものは8%である．II層においては CO_3'' を含有しない

ものは40点で34%を占め最も多く，0.01%以下のものは39点にて33%を占めて此に亜ぎ，0.1～0.5%のものは15%，0.05～0.1%のものは9%，又0.01～0.05%のものは8%である．II層においても0.5%以上のものは存在しない．III層においては CO_3'' を含有しないものは42点で36%を占め，0.01%以下のものも同様42点にて36%であり，0.01～0.05%のものは13%である．又0.1～0.5%のものは8%，0.05～0.1%のものは7%にして共に少い．III層にありても0.5%以上のものは存在しない．北方平原土壌においては CO_3'' を含有しないものがI層II層III層共に最も多く，然も表層土より下層土に至るに従い CO_3'' を含有しないものが多い．CO_3'' を含有するものにおいては0.01%以下のものが各層共に最も多く，此より濃度の高い0.01～0.05%のものはI層II層においては急激に減ずるが更に濃度が高くなれば又漸次に増加する．III層にあつては0.01%以下のもの最も多く，0.05～0.1%程度の濃度のものまで減少するが，0.1～0.5%のものは少しく増加する．而して0.5%以上のものは各層共に存在しない．0.01%以下の濃度低きものは表層土より下層土に多く，又0.01～0.05%のものはIII層にのみ稍多い．然るに0.05～0.1%のもの及び0.1～0.5%のものはI層に多く，II層III層に至るに従い漸次に減少し，0.05%以上の濃度高きものは表層土に多く下層土に少い．即ち北方平原土壌においては CO_3'' を含有しないものが各層共に多く，其の割合は31～36%である．又 CO_3'' を含有するものにあつては0.01%以下の濃度の低いものが前者に比しては其の割合稍少いが，CO_3'' を含有するものの中では最も多く29～36%を占めている．0.01%以上の濃度のものは各層共に其の割合が少い．而して北方平原土壌にあつては CO_3'' は濃度の低いものは下層土に多く，濃度の高いものは表層土に多き傾向を示している．

南方平原土壌においてはI層の実験個体数28点で，その中 CO_3'' を含有しないものは15点であり，又0.01%以下のものは7点，0.01～0.05%のものは6点で，0.05%以上の濃度のものは存在しない．此を割合より見れば CO_3'' を含有しないものは54%の多きに達し，0.01～0.05%のものは25%，0.01～0.05%のものは21%である．又II層の実験個体数28点の中，CO_3'' を含有しないものは23点，0.01%以下のものは5点で0.01%以上のものは存在しない．此を割合より見れば CO_3'' を含有しないものは82%，0.01%以下のものは18%である．又III層においては実験個体数は28点で前二者と同様であるが，何れも CO_3'' は存在しない．即ち南方平原土壌においては CO_3'' を含有しないもの各層共に多く，然も表層土より下層土に漸次その数を増加する．CO_3'' を含有するものはI層及びII層において僅に存在するが，何れもその濃度は低い．

以上の如く全塩類中 CO_3'' は北方平原土壌においても南方平原土壌においてもこれを含有しないものが多いが，北方平原土壌においては其の割合はI層において31%，II層において34%，III層において36%なるに反し，南方平原土壌においてはI層において54%，II層において82%，III層において100%を示し，南方平原土壌において CO_3'' を含有しないものが著しく多く且つ両者の土壌共に表層土より下層土において CO_3'' を含有せざるものが多い．又北方平原土壌においては0.5%以上の如き高い濃度のものは各層共に存在しないが，それ以下のものにあつては濃度の高いもの程表層土に多く下層土に少く，下層土は濃度低いものが多い傾向を示しているのに反し，南方平原土壌においては濃度の低いものが表層土において僅に認められるに過ぎない．

全塩類中の HCO_3' の測定は前記の方法に従つて行い，又濃度を前記の如き級別として表示すれば第10表の如くである．

Table 10. HCO_3' in Total Salts

No.	Concentration (%)	North Plain Soil						South Plain Soil					
		Expt. result			Ratio (%)			Expt. result			Ratio (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace～0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.01～0.05	32	40	45	27	34	38	12	16	19	34	57	68
4	0.05～0.1	38	40	42	32	34	36	11	8	7	39	29	25
5	0.1 ～0.5	45	36	31	38	30	26	5	4	2	18	14	7
6	>0.5	3	2	0	3	2	0	0	0	0	0	9	0
	Total	118	118	118	100	100	100	28	28	28	100	100	100

全塩類中の HCO_3' について見るに，北方平原土壌の実験個体数118点の中，I層においては HCO_3' を含有しないもの及び0.01%以下の濃度のものは存在しない．而して HCO_3' の濃度0.01～0.05%のものは32点，0.05～0.1%のものは38点，0.1～0.5%のものは45点であるのに，0.5%以上のものは3点であつて，此を割合より見れば，0.1～0.5%のものは38%で最も多く，0.05～0.1%のものは32%で此に亜ぎ，0.01～0.05%のものは27%であり，0.5%以上のものは僅に3%である．II層においては実験個体数118点の中，I層と同様 HCO_3' を含有しないもの及び0.01%以下の濃度のものは存在しない．0.01～0.05%のもの及び0.05～0.1%のものは共に40点，0.1～0.5%のものは36点，0.5%以上のものは2点で，此を割合より見れば0.01～0.05%のもの及び0.05～0.1%のものは34%で，0.1～0.5%のものは30%であるのに0.5%以上のものは僅に2%である．又III層においては実験個体数118点の中，I層II層と同様 HCO_3' を含有しないもの及び0.01%以下のものは共に存在しない．0.01～0.05%のものは45点，0.05～0.1%のものは42点，0.1～0.5%のものは31点にして，0.5%以上のものは存在しない．此を割合より見れば0.01～0.05%のものは38%，0.05～0.1%のものは36%で，0.1～0.5%のものは26%である．即ち北方平原土壌においては HCO_3' を含有せざるもの及び0.01%以下の濃度のものは各層共に存在せず，各層には必ず HCO_3' が存在しており，然もその濃度は0.01%以上である．而してI層にありては0.1～0.5%のもの最も多く，此より濃度低いものはその濃度の低下に伴いて漸次減少し，又濃度高きものは急激に其の割合を減少する．又II層にあつては0.01～0.05%のもの及び0.05～0.1%のものは共に其の割合を同じくしており，これより濃度を高めるに伴い，漸次其の割合を減少する．III層にあつては0.01～0.05%のもの最も多く，濃度高きに従い漸次其の割合を減少している．而して0.01～0.05%のものにありては，I層よりII層III層と漸次下層土に其の割合の増加を示し，更に0.05～0.1%のものは前者と同様なる傾向を示すが，各層間における其の差は大ではない．又0.1～0.5%のものはI層に多く，II層III層と漸次其の割合を減少し，更に0.5%以上のものはI層II層にのみ存在し其て割合I層において稍多い．即ち北方平原土壌にあつては HCO_3' は必ず存在するも，その濃度の低いものは下層土に多く，濃度の高いものは表層土に多い傾向を有す

る．併しながら0.5%以上の如き高い濃度のものは其の割合が極めて少い．

南方平原土壌の実験個体数は28点にして，I層においては HCO_3' を含有しないもの及び0.01%以下の低い濃度のものは存在しない．0.01～0.05%のものは12点，0.05～0.1%のものは11点，0.1～0.5%のものは5点である．併しながら0.5%以上の如き高濃度のものはまた認められない．此を割合より見れば0.01～0.05%のものは43%を占めて最も多く，0.05～0.1%のものは39%で此に亜ぎ，0.1～0.5%のものは18%である．II層においては実験個体数28点の中，I層と同様 HCO_3' を含有しないか或は0.01%以下の如き濃度の低いものは存在しない．0.01～0.05%のものは16点，0.05～0.1%のものは8点，又0.1～0.5%のものは4点を占めるが，0.5%以上のものはI層と同様また存在しない．此を割合より見る時は0.01～0.05%のものは57%を占め，0.05～0.1%のものは29%，0.1～0.5%のものは14%である．III層においても実験個体数28点の中，I層II層と同様 HCO_3' を含有しないか或は0.01%以下のものは存在しない．0.01～0.05%のものは19点，0.05～0.1%のものは7点，0.1～0.5%のものは2点で，0.5%以上のものはI層II層と同様認められない．此を割合より見れば，0.01～0.05%のものは68%を占めて最も多く，0.05～0.1%のものは25%，0.1～0.5%のものは7%で最も少い．即ち南方平原土壌においては0.01～0.05%のものは各層共に最も多く，然もI層よりII層，III層に至るに従い次第に其の割合が多くなり，又0.05～0.1%のもの及び0.1～0.5%のものはI層よりII層・III層と漸次其の割合を減少している．而して HCO_3' の濃度の低いものは下層土に多く，濃度の高いものは表層土に多い傾向を示しているが，0.01%以下の如き濃度低いもの及び0.5%以上の如き濃度の高いものは共に各層において其の存在が認められない．

北方平原土壌と南方平原土壌とにおける HCO_3' の分布状況を見るに，両平原土壌何れも HCO_3' を含有しないものは存在しない．又0.01%以下の如き濃度低いものも存在しない．0.01%以上の濃度のものにあつては両平原土壌何れもその濃度の低いものは下層土に多く，濃度高いものは表層土に多い傾向を示している．更に0.5%以上の如き濃度の高いものは北方平原土壌にあつてはI層及びII層に僅に存在するが，III層に存在しない．又南方平原土壌においては各層共にかかる高濃度のものは存在しない．

全塩類中の Cl' 量は既述の方法によつて測定し，此が濃度の限界を前記の如く6級別となした．今全塩類中の Cl' の実験結果並に此が割合を示すと第11表の如くである．

Table 11. Cl' in Total Salts

No.	Concentration (%)	North Plain Soil						South Plain Soil					
		Expt. result			Ratio (%)			Expt. result			Ratio (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace～0.01	43	54	59	36	46	50	0	0	0	0	0	0
3	0.01～0.05	59	49	48	50	41	41	12	16	18	43	57	64
4	0.05～0.1	9	8	6	8	7	5	8	7	4	29	25	14
5	0.1 ～0.5	5	5	5	4	4	4	6	3	4	21	11	14
6	>0·5	2	2	0	2	2	0	2	2	2	7	7	7
	Total	118	118	118	100	100	100	28	28	28	100	100	99

以上の表に見る如く，北方平原土壌I層においては実験個体数118点の中，Cl′を含有しないものは存在しない．0.01%以下のものは43点，0.01～0.05%のものは59点，0.05～0.1%のものは9点，0.1～0.5%のものは5点，0.5%以上のものは2点で，此を割合より見れば，0.01～0.05%のものは50%を占めて最も多く，0.01%以下のものは36%で此に亜ぎ，又0.05～0.1%のものは8%，0.1～0.5%のものは4%，0.5%以上のものは2%で，0.05%以上のものは急激に其の割合を減少している．II層においては実験個体数118点の中，I層と同様 Cl′を含有しないものなく，0.01%以下のものは54点，0.01～0.05%のものは49点，0.05～0.1%のものは8点，0.1～0.5%のものは5点にして，0.5%以上のものは僅に2点に過ぎない．此を割合より見れば，0.01%以下のものは46%で最も多く，0.01～0.05%のものは稍少くして41%を占め，0.05～0.1%のものは7%，0.1～0.5%のものは4%，0.5%以上のものは2%で，I層同様0.05%以上のものは急激に其の割合を減少している．又III層においては実験個体数118点の中，I・IIの両層と同様 Cl′を含有しないものはなく，0.01%以下のものは59点，0.01～0.05%のものは48点で多いが，0.05～0.1%のものは6点，0.1～0.5%のものは5点で少く，更に0.5%以上に至ればもはや其の存在を認めない．此を割合より見れば，0.01%以下のものは50%で最も多く，0.01～0.05%のものは41%で此に亜ぎ，0.05～0.1%のものは5%，0.1～0.5%のものは4%である．即ち北方平原土壌においてはI層にあつては0.01～0.05%のもの多く，此より濃度の低いものは少く，又高いものは其の濃度を増すに従い愈々減少しているが，II層にあつては0.01%以下のもの最も多く，此より濃度を高めるに従い愈々其の割合を減少する．又III層にあつてもII層と全く同様な傾向を示している．而して0.01%以下のものはI層よりII層・III層と漸次其の割合を増加しており，0.01～0.05%のものはI層に多くII層・III層に少く，後者は共に其の値を等くし，更に0.05～0.1%のものはI層に多く，II層・III層に漸次其の割合を減少し，0.1～0.5%のものは各層共に相同じき数値を示している．而して0.5%以上のものはI層・II層に僅に存在するに過ぎない．即ち北方平原土壌においてはCl′を含有しないものはなく，Cl′を含有するものにあつては，Cl′の濃度低いものは表層土より下層土に多く，濃度高いものは下層土よりも表層土に多い傾向を示している．而して0.05%以上の濃度の大なるものは各層共急激に其の割合を減少している．

南方平原土壌のI層にありては，実験個体数28点の中，Cl′を含有しないもの及び0.01%以下の濃度の低いものは共に存在しない．0.01～0.05%のものは12点，0.05～0.1%のものは8点，0.1～0.5%のものは6点，0.5%以上のものは2点であり，此を割合より見れば0.01～0.05%のものは43%で最も多く，0.05～0.1%のものは29%，0.1～0.5%のものは21%，0.5%以上のものは7%である．又II層においてはI層におけると同様 Cl′を含有しないもの及び0.01%以下の濃度の低いものは存在しない．0.01～0.05%のものは16点，0.05～0.1%のものは7点，0.1～0.5%のものは3点，0.5%以上のものは2点で，此を割合より見れば，0.01～0.05%のものは57%を占めて最も多く，0.05～0.1%のものは25%で此に亜ぎ，0.1～0.5%のものは11%，0.5%以上のものは7%である．III層においてもI層・II層と同様 Cl′を含有しないもの及び0.01%以下のものは存在しない．0.01～0.05%のものは18点，0.05～0.1%のもの及び0.1～0.5%のものは各4点，0.5%以上のものは2点あり，此を割合より見れば，0.01～0.05%のものは64%，0.05～0.1%のもの及び0.1～0.5%のものは各14%，0.5%以上のものは7%である．即ち南方平原土壌においては Cl′を含有しないものはなく，何れの土壌においてもCl′は含有されており，又0.01%以下の如き濃度低いものは各層共に存在しない．0.01～0.05

%のものが各層共に最も多く，此より濃度高いものはその濃度大なると共に漸次減少している．而して0.01～0.05%のものは表層土より下層土に多くなるに0.05～0.1%のものはI層に多くII層III層に至るに従つて漸次減少し，0.1～0.5%のものもII層に稍減するがI層に多くIII層に少く，又0.5%以上のものは各層共に同様な数値を示している．南方平原土壌にあつてもCl′はその濃度低きものは下層土に多く濃度高きものは表層土に多い傾向が見られる．

北方平原土壌と南方平原土壌とにおけるCl′の分布状況を見るに，西平原土壌何れもCl′を含有しないものはなく，土壌中には必ずCl′の存在する事を示している．而して北方平原土壌においては，0.01%以下の濃度の低いものが比較的多く存在するに拘らず，南方平原土壌には此の程度の濃度の低いものは存在しない．而して0.01～0.05%程度のものが北方平原土壌においても，南方平原土壌においても最も多い．又0.05%以上のものは北方平原土壌にあつては急激に其の割合を減少し，特に0.5%以上のものは最早III層においては其の存在が認められないが，南方平原土壌においては，此等の濃度のものもIII層にもまた其の存在が認められる．Cl′においてもHCO_3'同様その濃度低いものは下層土に多く，濃度高いものは表層土に多い傾向を示している．而して北方平原土壌においてはCl′の濃度の限界は一般に低いが，南方平原土壌においてはその限界は一般に高く，且つ又濃度高きものが下層土にも存在している．南方平原土壌のCl′の濃度が一般に北方平原土壌のそれに比して高いのは，南方平原が海成沖積層である事を暗示するものである．

全塩類中のSO_4''の量は前記の如き方法によつて測定し，此が濃度の限界も前記の如く6級別とした．今全塩類中のSO_4''の実験結果並に此が割合を見るに第12表の如くである．

Table 12. SO_4'' in Total Salts

No.	Concentration (%)	North Plain Soil						South Plain Soil					
		Expt. result			Ratio (%)			Expt. result			Ratio (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0	11	17	22	9	14	19	0	0	0	0	0	0
2	Trace～0.01	64	68	75	54	58	64	6	11	13	21	39	46
3	0.01～0.05	25	20	10	22	17	8	16	13	12	57	46	43
4	0.05～0.1	7	6	6	6	5	5	4	3	3	14	11	11
5	0.1 ～0.5	6	5	4	3	4	3	2	1	0	7	4	0
6	>0.5	4	2	1	5	2	1	0	0	0	0	0	0
	Total	118	118	118	99	100	100	28	28	28	99	100	100

以上の表に見る如く，北方平原土壌の実験個体数118点の中，I層においてはSO_4''を含有しないもの11点．0.01%以下のもの64点，0.01～0.05%のもの26点，0.05～0.1%のもの7点，0.1～0.5%のものは6点で，0.5%以上のものは4点である．これを割合より見れば，0.01%以下のものは54%で最も多く，0.01～0.05%のもの22%にてこれに亜ぎ，SO_4''を含有しないもの9%，0.05～0.1%のものは6%，0.1～0.5%のもの5%，又0.5%以上のものは3%にて最も少い．II層においては実験個体数118点の中，SO_4''を含有しないもの17点，0.01%以下

のもの68点，0.01～0.05%のもの20点，0.05～0.1%のものは6点にして，0.1～0.5%のものは5点，0.5%以上のものは2点である．此を割合より見れば，0.01%以下のもの58%にして最も多く，0.01～0.05%のものは17%にて此に亜ぎ，SO_4'' を含有しないものは14%，0.05～0.1%のものは5%，0.1～0.5%のものは4%，又0.5%以上のものは2%である．III層においては実験個体数118点の中，SO_4'' を含有しないもの22点，0.01%以下のものは75点，0.01～0.05%のものは10点，0.05～0.1%のものは6点，0.1～0.5%のもの4点にして，0.5%以上のものは1点である．此を割合より見れば，0.01%以下のものは64%を占め最も多く，SO_4'' を含有せざるもの19%にて此に亜ぎ，0.01～0.05%のものは8%，0.05～0.1%のものは5%，0.1～0.5%のものは3%，0.5%以上のものは1%にて最も少い．即ち北方平原土壌においては SO_4'' を含有しないもの各層土壌にあり，且つ表層土より下層土に至るに従い其の割合を増加する．而して SO_4'' の含有量0.01%以下のものはI層・II層・III層共に最も多く，此より濃度高いものは濃度の高いのに伴い各層共に其の割合を減少する．0.01%以下のものはI層よりII層・III層と次第に其の割合を増加するが，0.01%以上のものは逆にI層に多く，II層・III層と其の割合を減少し，濃度の高いものは表層土に多く濃度の低いものは下層土に多い．

南方平原土壌においてはI層の実験個体数28点の中，SO_4'' を含有しないものはなく，0.01%以下のものは6点，0.01～0.05%のものは16点，0.05～0.1%のものは4点，0.1～0.5%のものは2点であり，0.5%以上のものは存在しない．此を割合より見れば0.01～0.05%のものは57%にして最も多く，0.01%以下のものは21%を占めて此に亜ぎ，更に0.05～0.1%のものは14%，又0.1～0.5%のものは7%である．又II層の実験個体数28点の中，I層と同様II層にも SO_4'' を含有しないものはなく，0.01%以下のものは11点，0.01～0.05%のもの13点，0.05～0.1%のもの3点，0.1～0.5%のもの1点，0.5%以上のものは存在しない．此を割合より見れば，0.01～0.05%のものは46%にて最も多く，0.01%以下のもの39%にて此に亜ぎ，0.05～0.1%のものは11%，0.1～0.5%のものは4%にて最も少い．III層の実験個体数も28点で，SO_4'' を含有しないものは前二者と同様同層には存在しない．0.01%以下のものは13点，0.01～0.05%のものは12点，0.05～0.1%のものは3点で，0.1%以上のものは存在しない．此を割合よりみれば，0.01%以下のものは46%で最も多く，0.01～0.05%のものは43%で此れに亜ぎ，又0.05～0.1%のものは11%である．

南方平原土壌においては SO_4'' を含有しないものはなく，即ち何れの土壌も SO_4'' を含有している．I層及びII層においては0.01～0.05%のもの最も多くこれより濃度の低いものは少く，又高いものはその高いのに伴つて愈々其の割合を減少している．III層にあつては0.01%以下のもの最も多く，此より濃度の高いものは濃度の高いのに伴つて其の割合を減少している．而して0.01%以下のものはI層よりII層・III層と漸次其の割合を増加し，又0.01%以上のものはI層に多くII層・III層と其の割合を減少しており，濃度低きものは下層土に多く，濃度の高いものは表層土に多い傾向を示している．

北方平原土壌と南方平原土壌とにおいて SO_4'' の分布状況をみるに，北方平原土壌においては SO_4'' を含有しないものも存在し，又含有するものにあつても0.01%以下の如き濃度の低いものの存在するのに対し，南方平原土壌にあつては SO_4'' を含有しないものはなく，含有するものにあつては0.01～0.05%の程度のもの多く，北方平原土壌よりは概してその濃度の稍高いものが多い．しかしながら0.5%以上の如き濃度の高いものは北方平原土壌に僅に存在す

るが，南方平原土壌には存在しない．即ち北方平原土壌には SO_4'' を含有しないものがあり，且つ又0.01％以下の如き濃度の低いもの多いのに拘らず，0.5％以上の如き濃度の高いものもまた存在するのに反し，南方平原土壌にあつては SO_4'' を含有しないものはなく，何れの土壌も SO_4'' を含有し，北方平原土壌よりは其の濃度の稍高いものが多いのに拘らず，0.5％以上の如き高濃度のものは存在しないで0.01～0.05％程度の濃度のものが多い．而して両平原土壌何れにおいても濃度の高いのに従い各層共其の割合を減少し，濃度の低いものは下層土に多く，濃度の高いものは表層土に多い傾向を示している．

次に pH 価の実験結果並に此が割合をみるに第13表の如くである．

Table 13. pH Value of Soils

No.	pH Value	North Plain Soil						South Plain Soil					
		Expt. result			Ratio (%)			Expt. result			Ratio (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	7.0 ～ 7.5	44	47	50	37	40	42	10	13	15	36	46	54
2	7.6 ～ 8.0	18	22	22	15	19	19	8	9	12	29	32	43
3	8.1 ～ 8.5	6	9	13	5	8	11	6	3	1	21	11	3
4	8.6 ～ 9.0	20	17	14	17	14	12	4	3	0	14	11	0
5	> 9.1	30	23	19	25	19	16	0	0	0	0	0	0
	Total	118	118	118	99	100	100	28	28	28	100	100	100

以上の表にみる如く北方平原土壌 I 層の実験個体数118点の中，7.0～7.5のものは44点，7.6～8.0のものは18点，8.1～8.5のものは6点，8.6～9.0のものは20点，9.1以上のものは30点にして，これを割合よりみれば，7.0～7.5のものは37％で最も多く，9.1以上のものは25％でこれに亜ぎ，8.6～9.0のものは17％，7.5～8.0のものは15％，8.1～8.5のものは5％で最も少い．II 層においては実験個体数118点の中，7.0～7.5のものは47点，7.6～8.0のもの22点，8.1～8.5のもの9点，8.6～9.0のもの17点，9.1以上のものは23点で，これを割合よりみれば7.0～7.5のものは40％で最も多く，7.6～8.0のもの及び9.1以上のものは共に19％でこれに亜ぎ，8.6～9.0のものは14％，又8.1～8.5のものは8％である．III 層においては実験個体数118点の中，7.0～7.5のもの50点，7.6～8.0のもの22点，8.1～8.5のもの13点，8.6～9.0のもの14点，9.1以上のもの19点で，此を割合よりみれば，7.0～7.5のもの42％で最も多く，7.6～8.0のもの19％で此に亜ぎ，9.1以上のものは16％，8.6～9.0のものは12％，8.1～8.5のものは11％である．即ち北方平原土壌においては7.0～7.5のものは各層共に最も多く，7.6～8.0のもの及び8.1～8.5のものと pH 価を高めるにつれ，各層共に其の割合を減少するが，更に8.6～9.0及び9.1以上と pH 価を高めるに伴い再び其の割合を増加する．而して7.0より8.5までの範囲においては表層土より下層土において其の割合が多いが，8.6以上のものにあつては下層土より表層土において其の割合が多い．即ち pH 価低いものは下層土に，pH 価高いものは表層土に多い傾向を示している．

南方平原土壌の実験個体数28点の中，I 層においては7.0～7.5のものは10点，7.6～8.0のも

の8点，8.1～8.5のもの6点，8.6～9.0のもの4点，9.1以上のものは認められない．此を割合よりみれば，7.0～7.5のものは36%にて最も多く，7.6～8.0のものは29%で此に亜ぎ，8.1～8.5のものは21%，8.6～9.0のものは14%で最も少い．II 層においては実験個体数28点の中，7.0～7.5のもの13点，7.6～8.0のもの9点，8.1～8.5のもの及び8.6～9.0のもの各3点で，9.1以上のものは I 層と同様認められない．此を割合よりみれば，7.0～7.5のものは46%で最も多く，7.6～8.0のものは32%で此に亜ぎ，8.1～8.5のもの及び8.6～9.0のものは共に11%である．又 III 層においては実験個体数28点の中，7.0～7.5のものは15点，7.6～8.0のものは12点，8.1～8.5のものは1点であり，8.6以上のものは認められない．此を割合より見れば，7.0～7.5のものは54%で甚しく多く，7.6～8.0のものは43%，8.1～8.5のものは僅に3%である．即ち南方平原土壌においては7.0～7.5のものが各層共に最も多く，7.6～8.0のもの此に亜ぎ pH 価の高くなるに従つて各層共に其の割合を減少している．而して pH 価低いものは表層土よりも下層土に多く，pH 価高いものは下層土よりも表層土に多い傾向を示している．

北方平原土壌と南方平原土壌とにおいて pH 価の差異をみるに，北方平原土壌においては7.0～7.5の如き pH 価の低いもの最も多く，pH 価の高まるに従い漸次各層共其の割合を減少するが，8.6以上のものは再び其の割合を増加し，特に9.1以上の如き高 pH 価のものが各層に存在するに対し，南方平原土壌においては7.0～7.5のものが各層共に最も多く，pH 価の高まるに従い漸次各層共其の割合を減少すること前者と同様であるが，9.1以上の如き高 pH 価のものは存在しない．而して北方平原土壌は南方平原土壌よりも概して pH 価は稍高い．

以上の如く満洲の中央平原は黒遼分水嶺によつて二分せられ，北方平原と南方平原とに区別し得るのであるが，北方平原のアルカリ土壌は洪積期に風積せる黄土に由来し，アルカリ塩類の濃度が一般に大で，且つまた全塩類中に CO_3'' 又は HCO_3' を多く含有し，従つて pH 価もまた高いものがあるのに対し，南方平原のアルカリ土壌は海成沖積層で，従つて全塩類中には Cl' 及び SO_4'' の濃度が北方平原土壌に比して一般に大であるが，pH 価は北方平原土壌に比して低い．斯の如く北方平原と南方平原とはその地質学的成因を異にすると共に，所含アルカリ塩類の種類及び濃度並に反応においても自ら差異を来すものである．

更に両平原共に地形によつてアルカリ塩類の種類及び濃度並に反応に差異がある．即ち北方平原の安達を中心とする地域においてはアルカリ塩類の濃度大なるもの多く，嫩江・洮児河を中心とする地域のものにあつては前者に比して濃度の低いものが多い．又 CO_3'' は安達を中心とする地域のものに多く存在し，且つまたその濃度も高いものがあるが，嫩江・洮児河を中心とする地域のものにおいては CO_3'' を含有しないものが多い．又 HCO_3' は安達を中心とする地域のものにその濃度高いものが多く，嫩江・洮児河を中心とする地域のものにはその濃度低いものが多い．而して Cl' 及び SO_4'' は安達を中心とする地域のものにおいてはその南部のものに多く，又嫩江・洮児河を中心とする地域のものにおいても南部のものに多い．又 pH 価は安達を中心とする地域にその高いものが多く，嫩江・洮児河を中心とする地域にはその低いものが多い．南方平原にあつては全塩の濃度の高いものはその北部よりは南部のものに多く，又 Cl'，SO_4'' はその濃度の高いものが南部に多いが，CO_3'' は北部のものに多く，従つて pH 価は同平原北部のものに高く，南部のものに低い．今この間の関係を見るに第14表の如くである．

Table 14. Frequency of Total Salts

North Plain Soil

Concentration (%)	Horizon	Province	Tsinkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nêho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎭東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
0.01 ~ 0.05	I		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
	II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	0	5
	III		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	7
0.05 ~ 0.1	I		0	0	0	0	4	2	0	0	1	1	1	1	1	5	3	1	0	20
	II		0	0	1	0	3	6	0	0	3	2	1	0	0	4	3	3	2	28
	III		0	0	2	0	3	3	0	0	3	1	1	1	1	4	6	2	3	30
0.1 ~ 0.25	I		1	2	4	1	3	3	4	0	2	2	1	2	2	0	7	3	2	39
	II		1	1	2	2	6	1	4	2	1	0	1	3	2	0	9	0	2	37
	III		1	1	1	3	6	2	5	2	1	2	2	2	1	0	7	1	2	39
0.25 ~ 0.5	I		0	0	0	4	2	2	2	3	1	0	0	0	0	0	7	1	1	23
	II		0	1	1	3	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	5	0	1	21
	III		0	2	1	2	3	1	3	2	1	0	0	0	1	1	9	0	0	26
0.5 ~ 1.0	I		0	1	1	0	3	1	3	1	1	0	0	0	2	1	8	0	1	23
	II		0	2	0	0	4	1	3	2	0	0	0	0	1	0	8	0	0	21
	III		1	1	1	0	1	3	1	2	0	0	0	0	1	0	4	0	0	15
> 1.0	I		1	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	10
	II		1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
	III		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

South Plain Soil

Concentration (%)	Horizon	Province	Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haichêng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦県)	Total
0.01 ~ 0.05	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0.05 ~ 0.1	I	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	II	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	6
	III	1	2	2	3	1	0	0	0	0	0	9
0.1 ~ 0.25	I	2	1	1	4	1	1	0	1	1	0	12
	II	1	0	3	2	0	1	1	2	2	0	12
	III	3	0	2	1	0	1	0	2	1	0	10
0.25 ~ 0.5	I	0	0	1	0	0	0	2	2	1	0	6
	II	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
	III	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	4
0.5 ~ 1.0	I	2	0	1	0	0	0	1	0	1	1	6
	II	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
	III	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
>1.0	I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2

以上の表に見る如く，北方平原においては安達を中心とする地域に全塩類の濃度の高いものが多く，嫩江・洮児河を中心とする地域には泰来県・鎮東県等にその濃度の高いものもあるが，一般的には前者の地域に比してその濃度の低いものが多い．而して此の如き関係は表層土におけるのみならず，下層土においてもまた此を見るものである．これは安達を中心とする地域においては全く河川を見ることがないために，アルカリ塩類は流出せられる事がなく，従つて全塩濃度は愈濃厚となるに拘らず，嫩江・洮児河を中心とする地域においては嫩江・洮児河等の河川によつてアルカリ塩類は洗滌流出せられ，其の集積を見ることが比較的多くないためである．又南方平原においては北部より南部に向うに従い，その濃度の高い土壌が多く，かつ又濃度の高いものは表層土に多く下層土に少い傾向を示している．即ち南方平原は海成沖積層であると共にその土性は砂質で，塩類の流亡が速かである上に標高は南部に低く北部に高く，然も南部は時に海水の流入を見，塩類の濃度を大にする機会が多いためである．

Table 15. Frequency of CO_3''

North Plain Soil

Concentration (%)	Horizon \ Province	Tsingkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nêho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎮東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
0	I	0	0	0	1	3	1	0	0	3	2	3	2	3	5	7	5	2	37
	II	0	0	0	1	3	1	0	0	3	2	3	2	3	5	10	5	2	40
	III	0	1	2	1	2	5	0	1	3	2	3	2	3	5	5	5	2	42

Trace ~0.01	I	1	1	1	4	7	7	4	3	0	1	0	1	0	0	4	0	0	34
	II	1	1	3	4	7	9	4	2	0	0	0	1	0	1	3	0	3	39
	III	1	2	1	4	7	5	5	2	0	1	0	1	0	1	9	0	3	42
0.01 ~ 0.05	I	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	4	0	1	9
	II	0	1	1	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	10
	III	0	0	1	1	4	0	3	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	16
0.05 ~ 0.1	I	0	2	3	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	4	0	1	17
	II	0	1	0	1	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	11
	III	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0	8
0.1 ~ 0.5	I	1	1	1	0	3	0	3	1	1	0	0	0	1	1	7	0	1	21
	II	1	1	1	0	2	0	3	1	0	0	0	0	2	0	7	0	0	18
	III	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3	0	0	10
>0.5	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

South Plain Soil

Concentration (%) \ Province / Horizon		Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haichêng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦縣)	Total
0	I	0	0	2	0	1	1	3	3	3	2	15
	II	1	2	4	3	1	1	3	3	3	2	23
	III	4	2	4	4	1	1	4	3	3	2	28
Trace ~ 0.01	I	2	1	0	3	0	0	1	0	0	0	7
	II	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.01 ~ 0.05	I	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	6
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05 ~ 0.1	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1 ~ 0.5	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>0.5	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

全塩類中 CO_3'' は北方平原土壌においては此を含有しないものもあるが，安達を中心とする地域のものにその濃度の高いものが多い．嫩江・洮児河を中心とする地域にありては鎮東県地方の如きは例外とするも，これを概論すると同地域のものは北部より南部にかけて CO_3'' を含有しないものが多い．南方平原土壌にあつては表層土下層土共に CO_3'' を含有しないものが多く，僅に同平原の北部即ち康平県・法庫県・新民県及び彰武県等の土壌において其の含有を見るのみである．

Table 16. Frequency of HCO_3'

North Plain Soil

Concentration (%)	Horizon	Province	Tsingkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nêho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎮東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
0	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace~0.01	I		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.01~0.05	I		0	0	0	0	7	7	1	1	1	1	2	1	1	5	3	1	1	32
	II		0	0	1	0	9	8	0	0	3	2	2	0	1	5	4	4	1	40
	III		0	0	2	0	10	8	0	0	3	2	1	1	2	5	6	4	1	45
0.05~0.1	I		1	2	4	1	2	2	4	0	2	2	1	1	2	0	8	3	3	38
	II		1	2	2	3	3	3	5	2	2	0	1	2	2	0	8	1	3	40
	III		1	1	1	3	3	2	5	3	2	1	2	2	1	0	10	1	4	42
0.1~0.5	I		0	2	1	5	4	2	4	5	2	0	0	1	2	1	14	1	1	45
	II		0	2	1	3	2	0	4	4	0	1	0	1	2	1	14	0	1	36
	III		1	3	2	3	1	1	4	3	0	0	0	0	2	1	10	0	0	31
>0.5	I		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	II		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

South Plain Soil

Concentration (%) / Province / Horizon	Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haicheng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦県)	Total
0 I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace ~ 0.01 I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace ~ 0.01 II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace ~ 0.01 III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.01 ~ 0.05 I	0	2	2	2	1	0	0	3	1	1	12
0.01 ~ 0.05 II	1	2	1	3	1	0	2	3	1	2	16
0.01 ~ 0.05 III	1	2	3	4	1	0	2	3	2	1	19
0.05 ~ 0.1 I	2	0	0	2	0	1	3	0	2	1	11
0.05 ~ 0.1 II	0	0	3	1	0	1	2	0	1	0	8
0.05 ~ 0.1 III	3	0	1	0	0	1	1	0	0	1	7
0.1 ~ 0.5 I	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	5
0.1 ~ 0.5 II	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
0.1 ~ 0.5 III	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
>0.5 I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>0.5 II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>0.5 III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

以上の表に見る如く，HCO_3' は北方平原土壌の安達を中心とする地域のものにその濃度の高いものが多く，又嫩江・洮児河を中心とする地域のものにあつては，鎮東県にその濃度の高いものが認められるが，その他の地方のものには濃度の低いものが多い．又南方平原においては康平県・彰武県・盤山県及び蓋平県等にその濃度の高いものが認められる．しかしながら両平原共に HCO_3' は地域的に其の濃度に著しき差異というものは認め難いようである．

Table 17. Frequency of Cl′

North Plain Soil

Concentration (%) \ Province / Horizon		Tsingkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nêho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎮東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
0	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace ~0.01	I	0	0	0	0	6	6	4	2	3	1	1	1	2	2	11	2	2	43
	II	0	0	0	0	4	7	6	1	3	1	1	1	3	4	18	1	4	54
	III	0	0	1	1	6	7	6	1	3	1	1	2	3	3	17	2	5	59
0.01 ~ 0.05	I	1	2	5	4	3	2	5	2	2	2	2	2	3	4	14	3	3	59
	II	1	2	4	4	7	1	3	4	2	2	2	2	2	2	6	4	1	49
	III	1	2	4	3	6	1	3	5	2	2	2	1	2	3	8	3	0	48
0.05 ~ 0.1	I	1	2	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
	II	1	2	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
	III	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
0.1 ~ 0.5	I	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	II	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
	III	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
>0.5	I	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	II	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

South Plain Soil

Concentration (%) \ Province / Horizon		Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haichêng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦県)	Total
0	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace ~ 0.01	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0.01 ~ 0.05	I	2	2	2	3	1	1	0	0	1	0	12
	II	4	2	3	4	1	1	0	0	1	0	16
	III	4	2	4	4	1	1	1	0	1	0	18
0.05 ~ 0.1	I	1	0	1	1	0	0	3	2	0	0	8
	II	0	0	1	0	0	0	3	2	1	0	7
	III	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	4
0.1 ~ 0.5	I	1	0	1	0	0	0	0	1	2	1	6
	II	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
	III	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	4
>0.5	I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2

以上の表に見る如く，Cl′ は北方平原の安達を中心とする地域にあつては其の南部即ち肇東県・肇州県並に郭後旗等においてその濃度の高いものが多く，又嫩江・洮児河を中心とする地域においては鎮東県にその濃度の高いものを見るが，その他の地方のものには一般にその濃度の低いものが多い．蓋し塩化物は水に可溶性で容易に移動し，平原地帯においては標高の低い地域に自然集積して来る性質があるために北方平原にあつては以上の両地方共にその南部の標高の低い地域に Cl′ 濃度の高いものが多いのを見るものと思われる．又南方平原においては Cl′ は北方平原におけるよりも一般にその濃度が大で，同平原南部の盤山県・海城県・蓋平県並に錦県等において殊にその濃度の高いものが多い．これは南方平原は北より南に向つて標高を減ずると共に，南部は又海水の流入を見ることが多いために Cl′ の濃度は同平原南部において一般にその高いものが多いためである．

Table 18. Frequency of SO_4''

North Plain Soil

Concentration (%)	Horizon \ Province	Tsingkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nèho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎮東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
0	I	0	1	0	1	0	0	0	2	0	1	2	0	2	2	0	0	0	11
	II	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	2	2	4	2	0	0	0	17
	III	0	0	0	1	1	0	0	2	4	1	1	2	3	2	5	0	0	22
Trace~0.01	I	1	3	4	3	5	6	9	4	3	2	1	1	2	4	12	2	2	64
	II	1	4	4	4	7	5	9	4	1	1	1	1	1	4	12	5	4	68
	III	2	4	5	3	9	8	9	3	1	2	2	1	1	4	12	4	5	75

0.01 ~ 0.05	I	0	0	1	0	4	3	0	0	2	0	0	2	1	0	9	3	1	26
	II	0	0	1	0	3	4	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	1	20
	III	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	10
0.05 ~ 0.1	I	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	7
	II	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
	III	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	6
0.1 ~ 0.5	I	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	6
	II	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5
	III	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
>0.5	I	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	II	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	III	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

South Plain Soil

Concentration (%) / Province / Horizon		Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haicheng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦縣)	Total
0	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trace ~ 0.01	I	0	2	2	0	0	1	0	0	1	0	6
	II	2	2	2	3	1	0	0	1	0	0	11
	III	3	2	3	2	1	0	0	2	0	0	13
0.01 ~ 0.05	I	4	0	1	4	1	0	2	2	1	1	16
	II	2	0	2	1	0	1	2	1	3	1	13
	III	1	0	1	2	0	1	3	1	2	1	12
0.05 ~ 0.1	I	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	4
	II	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3
	III	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
0.1 ~ 0.5	I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	II	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>0.5	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

以上の表に見るように，SO_4'' は北方平原の安達を中心とする地域にあつては Cl' の場合

と同様に肇東県・肇州県並に郭後旗等南部の地域に濃度の高いものが多く，嫩江・洮児河を中心とする地域にあつては泰来県・鎮東県並に洮南県等南部のものに濃度の高いものが多く，北部のものは濃度の低いものか又は SO_4'' を含有しないものが多い．これは硫酸塩は塩化物と同様水に可溶性で後者と同様な行動をとるためである．又南方平原においては盤山県・海城県・蓋平県並に錦県等の同平原南部地域に濃度の高いものが認められる．即ち南方平原においても SO_4'' は標高の低い地方に集積して来ると共に，南部地方はまた海水の流入することがあるがために自然 SO_4'' の濃度は北方平原の夫に比して其の限界が高められるためである．

Table 19. Frequency of pH Value

North Plain Soil

pH Value	Province / Horizon	Tsingkang (青岡)	Lansi (蘭西)	Anta (安達)	Chaotung (肇東)	Chaochou (肇州)	Kuohouchi (郭後旗)	Lintien (林甸)	Taikang (泰康)	Fuyü (富裕)	Lungchiang (龍江)	Nôho (訥河)	Kannan (甘南)	Chingsing (景星)	Tailai (泰来)	Chêntung (鎮東)	Taoan (洮安)	Taonan (洮南)	Total
7.0	I	1	1	1	0	6	6	0	2	3	0	3	3	3	4	5	5	1	44
～	II	0	0	0	0	6	6	3	1	3	2	3	3	3	4	6	5	2	47
7.5	III	0	1	2	1	4	6	1	2	3	3	3	3	3	5	6	5	2	50
7.6	I	0	0	1	0	2	0	4	0	0	3	0	0	0	1	6	0	1	18
～	II	0	1	4	0	3	3	1	1	0	1	0	0	0	2	4	0	2	22
8.0	III	1	1	1	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	1	8	0	3	22
8.1	I	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
～	II	0	1	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9
8.5	III	0	1	0	2	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	13
8.6	I	0	1	2	2	1	3	2	1	1	0	0	0	1	0	4	0	2	20
～	II	1	1	0	2	1	2	3	2	1	0	0	0	1	0	3	0	0	17
9.0	III	0	0	1	1	0	0	6	3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	14
>	I	1	1	1	2	4	2	3	2	1	0	0	0	1	1	10	0	1	30
9.1	II	1	1	1	1	3	0	2	1	1	0	0	0	1	0	10	0	1	23
	III	1	1	1	2	4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	7	0	0	19

South Plain Soil

pH Value	Horizon	Kangping (康平)	Faku (法庫)	Changwu (彰武)	Sinmin (新民)	Liaochung (遼中)	Taian (台安)	Panshan (盤山)	Haichêng (海城)	Kaiping (蓋平)	Chinhsien (錦県)	Total
7.0 ~ 7.5	I	0	0	1	0	1	0	2	3	2	1	10
	II	1	0	0	2	1	0	2	3	2	2	13
	III	1	2	0	3	1	0	2	3	2	1	15
7.6 ~ 8.0	I	1	0	1	2	0	1	1	0	1	1	8
	II	0	2	2	2	0	1	2	0	0	0	9
	III	3	0	3	1	0	1	2	0	1	1	12
8.1 ~ 8.5	I	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	6
	II	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
	III	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
8.6 ~ 9.0	I	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4
	II	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>9.1	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

以上の表に見る如く pH 価は北方平原においては安達を中心とする地域に その高いものが多く，又嫩江・洮児河を中心とする地域にあつては景星県・泰来県・鎮東県・洮南県等にその高いものが多く，その他の地方には低いものが多い．又南方平原土壌にあつては一般に pH 価は低いが，康平県・彰武県等その北部に位する地方に pH 価の稍高いものが認められ，南部のものには一般に低いものが多い．即ち pH 価は全塩類の濃度よりも寧ろ塩類の種類によりて支配せられ，CO_3'' 及び HCO_3' 等の濃度の高い地方において pH 価は高く，しからざる地方において低いことは両平原共に其の規を一にしている．

以上の如く，北方平原においては，安達を中心とする地方と嫩江・洮児河を中心とする地方は共に全塩類及び塩類中の 各陰イオンの濃度並に pH 価等の関係は地域的に其の間一定の傾向を示している．即ち安達を中心とする地方にあつては，全塩類の濃度は一般に高く，CO_3'' もまたその濃度が概して高いために従つて pH 価もまた高いが，Cl'，SO_4'' 等の濃度は標高の低い同地方南部地域において其の高きを示しているものが多い．又嫩江・洮児河を中心とする地方においては，鎮東県において全塩類並に塩類中の各陰イオンの濃度の高いものが多く，従つてまた pH 価も高いものがあるのに対し，その他の地方においては全塩類並に塩類中の各陰イオンの濃度の低いものが多く，従つて pH 価もまた高くないものが多い．又南方平原においては CO_3'' はその北部に認められるが南部には認められず，Cl'，SO_4'' はこれに反し共に標高の低い南部に多くその高い北部に少い．又 pH 価は北部に稍高きものがあるが一般

にはその低いものが多い．而して両平原土壌に斯の如き差異を来す所以のものは，北方平原と南方平原との地質学的成因の差異によると共に又同一平原にあつては地域的にその地形を異にして居るためである．即ち北方平原にあつては前記の如く安達を中心とする地域は林甸県・泰康県及び安達県等の方面に標高は高く，更に青岡県・蘭西県等此に亜ぎ，肇東県・肇州県並に郭後旗等の方面に漸次低くなつている関係上，アルカリ塩類にして移動し易い塩類は同地域の北部より南部に流下して来て堆積する事が多く，為に同地域の南部即ち肇東県・肇州県並に郭後旗等に Cl' 及び SO_4'' の分布が多いのである．又嫩江・洮児河を中心とする地域にあつては，北部より南部に向つて標高を低減すると共に，その間に嫩江並に洮児河の流路は古来甚しく変化錯雑を極め，可溶性の塩類はこの地域においては北部より南部に流下すると共に，独り鎮東県附近に多く局部的に集積残存しており，かつ又 pH 価もこの地方に高いもののあるを示しているのである．

南方平原は海成沖積層と認められるが故に Cl', SO_4'' の存在は一般に北方平原よりはその濃度高く，かつ又同平原の北部より南部に向つて標高を減じているが故にアルカリ塩類も北部より南部に多いのはいうまでもない．ただ同平原北部においては黒竜分水嶺に近く海水の影響を受けることがないために，多少 CO_3'' の存在を認めうると共に pH 価もまた稍高いのであるが，南方平原土壌における pH 価は北方平原土壌の夫に比して一般に低いのである．

(VII) 塩類と植生との関係

アルカリ土壌地帯においても生育する植物の種類はかなり多いが，満洲におけるアルカリ土壌地帯に生育する植物としてはアカザ科 (Chenopodiaceae)，タデ科 (Polygonaceae)[87)-98)]，イネ科 (Poaceae)，キク科 (Compositae) 等に属するものが多い．今此等各科の植物中其の分布の最も広いモウコマツナ（アカザ科）(*Suaeda corniculata* BUNGE)，スナヂタデ（タデ科）(*Pleuropteropyrum sibiricum* KITAGAWA)，シバムギモドキ（イネ科）(*Aneurolepidium chinense* KITAGAWA)，ノゲナガハネガヤ（イネ科）(*Stipa baicalensis* ROSHEVITZ)，キバナイトヨモギ（キク科）(*Artemisia sibirica* MAXIMOWICZ)，トダシバ（イネ科）(*Arundinella hirta* TANAKA var. *ciliata* KOIDZUMI) 等につき，此等植物の生育と塩類との関係を見ると次の如くである．

元来アルカリ塩類と植生との間には極めて密接な関係が存在するものであり[68)]，その関係については，HARRIS[3)]，JOFFE 氏等の詳細な記載がある．しかし前記の植物は同氏等の記載する欧米における植物とは仮令その属又は科を同じうするとしても全く別種の植物で，何れもシベリヤ・蒙古又は満洲においてのみ生育する処のものであり[89)]，満洲におけるアルカリ土壌地帯に生育する植物の典型的のものである．従つてこれ等植物の生育と塩類との関係は仮令欧米における夫に類似するものがあつても，直ちにその成績によりこれを律する訳にはゆかず，独自の立場においてこれを審らかにせねばならない．而してこれが目的のために本研究上必要とする此等植物の生育地は北方平原にその観察地点を取つたが，南方平原においても勿論これら植物は生育しておりその地点を求めることが出来る．而して前記の如く両平原は地質学的にその成因を異にするが，北川氏[89)]によれば南北満洲における植物に共通のもの多きは，一に地形の類似性に影響された結果であるということである．従つてより強い塩基性を呈する北方平原にその地点を取り試料を求めるは本問題の解決により適切のものと思われる．何となれば，アルカリ土壌地帯における植物の生育は，アルカリ塩類の種類・濃度及び反応等に支配せられる処のもの

であるからである．

前記の植物の中，モウコマツナはアルカリ塩類に対し最も抵抗力の強い植物で，塩類が白色に地表面に析出して来るような処においても尚よく生育を持続するものである．モウコマツナに亜いで塩類に対し抵抗力の強い植物はスナヂタデであり，これも塩類が地表面に析出し来る如き所にも生育する．又シバムギモドキはアルカリ斑の周辺に生育し，塩類に対してはなお抵抗力は強いが，ノゲナガハネガヤ，キバナイトヨモギ，トダシバ等は共にアルカリ塩類に対しては抵抗力の弱い植物である．今浜江省安達県下における以上の各種植物の生育地土壌につきその性状を調査した結果は次の如くである．

モウコマツナ群落地――モウコマツナ群落地の表面にはアルカリ塩類が析出しており灰白色を呈し乾燥甚しい．表層 20～30cm は灰黒色を呈し稍粘質である．深さ 50～60cm に至れば灰褐色を帯び粘質である．モウコマツナ群落地土壌の塩類並にその濃度大なるためモウコマツナも生育せざる無植被地の塩類含量を見るに第20表の如くである．

Table 20. Alkali Salts of *Suaeda corniculata* Plant Community Land and No Plant Land

	Depth(cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
Suaeda corniculata Plant Community Land	0 ～ 5	1.433	0.262	0.687	0.018	0.008	9.2
	20 ～ 30	1.311	0.241	0.658	0.018	0.006	9.4
	50 ～ 60	0.864	0.153	0.382	0.011	0.006	9.0
No Plant Land	0 ～ 5	1.977	0.351	0.839	0.037	0.028	9.4
	20 ～ 30	1.441	0.123	0.853	0.019	0.008	9.4
	50 ～ 60	0.963	0.117	0.521	0.019	0.006	9.2

以上の表に見る如くモウコマツナ群落地土壌においては，表層土の全塩類は 1.4% を含有しており，下層土に至るに従い漸次その濃度を減少している．陰イオンについてみるに各層共に HCO_3' 最も多く，CO_3'' 此に亜ぎ Cl' と SO_4'' とは共に極めて少い．而して各陰イオンの含有量は表層土より下層土に漸次減少している．又 pH 価は表層 9.2 なるに下層土は 9.0である．又無植被地における塩類の濃度を見るに表層土は 1.9%以上を占め，層を下るに従い漸次其の濃度を減少するが尚下層土にあつても 1% 近くを含有しておる．更に pH 価は表層土 9.4 下層土 9.2 を示している．塩類中の陰イオンはモウコマツナ群落地土壌と同様各層共に HCO_3' 最も多く，CO_3'' 此に亜ぎ Cl' と SO_4'' とは共に極めて少い．而してモウコマツナ群落地と無植被地とにおける塩類の濃度並に反応をみるに，何れも無植被地の土壌において濃度高く又反応も強い．此によつてみるにモウコマツナはアルカリ塩類に対し抵抗力が強いと言つても，その生育は塩類の濃度，1.5%，pH 価は 9.2 内外を以て限度とする様である．

スナヂタデ群落地――スナヂタデ群落地の表面にはアルカリ塩類が析出しており，その色は灰白色を呈し乾燥しておる．深さ 20～30cm の処においては灰黒色を呈し粘質である．又 50～60cm においては灰褐色を呈する．今スナヂタデ群落地土壌の塩類の濃度並に反応を見るに

第21表の如くである.

Table 21. Alkali Salts of *Pleuropteropyrum sibiricum* Plant Community Land

Depth (cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
0 ～ 5	1.155	0.163	0.574	0.018	0.008	9.0
20 ～ 30	1.116	0.162	0.520	0.018	0.006	9.0
50 ～ 60	0.787	0.091	0.375	0.018	0.006	8.9

以上の表にみる如く，スナヂタデ群落地の表層土における塩類の濃度は1.1％で，下層土に至るに従い漸次その濃度を減少している．塩類中の陰イオンは各層共に HCO_3' 最も多く，CO_3'' 此に亜ぎ Cl' と SO_4'' とは極めて少い．而して各陰イオンは表層土に多く下層土に漸次減少している．又 pH 価は表層土において 9.0 を示すが下層土においては 8.9 を示しておる．

スナヂタデ群落地においては表層土のアルカリ塩類は 1.1％内外，pH 価は 9.0 を示しこれをモウコマツナ群落地土壌の夫に比較するに，その濃度は稍低く pH 価もまた低い．この関係は表層土のみならず下層土においてもこれを見ることが出来る．これによりて見るにスナヂタデはモウコマツナに比して稍アルカリ塩類に対し抵抗力の弱い植物であるということが出来る．

シバムギモドキ群落地――シバムギモドキ群落地土壌の表面は淡灰黒色で乾燥しておるが，表層土は灰黒色でその 20～30cm の間に根系はよく蔓延する．根周の土壌はその質緻密で硬く，柱状構造を示す．而して 50～60cm 以下は灰褐色を呈する．シバムギモドキ群落地におけるアルカリ塩類並に反応を見るに第22表の如くである．

Table 22. Alkali Salts of *Aneurolepidium chinense* Plant Community Land

Depth (cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
0 ～ 5	0.783	0.032	0.357	0.018	0.010	8.6
20 ～ 30	1.207	0.097	0.620	0.018	0.010	9.0
50 ～ 60	0.663	0.030	0.337	0.016	0.006	8.8

以上の表に見る如く，シバムギモドキ群落地における所含塩類はその 0～5 cm においては 0.78％であるが 20～30cm においては 1％以上を示し，更に 50～60cm に至ればその濃度を減少する．塩類中の陰イオンを見るに各層共に HCO_3' 最も多く，CO_3'' 此に亜ぎ Cl' と SO_4'' とは共に少い．而して HCO_3' と CO_3'' とは 20～30cm において最も多く，20～30 cm に CO_3'' と HCO_3' の集積している事を示している．Cl' と SO_4'' とは 0～5 cm 及び 20～30cm においては相同じであるが 50～60cm において稍減少している．又 pH 価は 0～5 cm において 8.6 を示し，20～30cm においては 9.0 で稍高くなり，更に 50～60cm においては 8.8 となり稍低い．即ちシバムギモドキ群落地においては，0～5 cm よりも 20～

30cm にアルカリ塩類の濃度高く又 pH 価も高い．而して同群落地における本植物の生育良好なのを見るにより，シバムギモドキは前記程度の塩類含有量並に pH 価に対しては生育に何らの障害も蒙るものではない事はこれを知ることが出来る．20～30cm において塩類の濃度並に pH 価共に高いがシバムギモドキはスナヂタデに相次でアルカリ塩類に対し抵抗力の強い植物であると見做す事が出来る．

ノゲナガハネガヤ群落地――ノゲナガハネガヤ群落地の表層 0 ～60cm は灰黒色でその質極めて軽鬆である．乾燥著しくて其の構造は単粒である．60cm で其の色変化して灰褐色となり稍粘性を帯び多孔質となるが其の構造は明かでない．根は極めて良く分布伸張する．本土壌のアルカリ塩類及び pH 価は第23表の如くである．

Table 23. Alkali Salts of *Stipa baicalensis* Plant Community Land

Depth (cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
5 ～ 10	0.083	—	0.051	0.004	Trace	7.2
30 ～ 40	0.338	—	0.157	0.033	〃	7.8
70 ～ 80	0.444	0.077	0.244	0.019	〃	8.8

以上の如くノゲナガハネガヤ群落地の土壌はその表層は反応殆んど中性に近く，アルカリ塩類の含有量もまた少いが，30～40cm 以下の層においてはアルカリ塩類の含有量稍多く塩基性反応もまた強い．これをシバムギモドキ群落地の土壌に比較すると，土壌の乾燥は甚しいが塩類の含有量並に塩基性反応の程度は共に低く，ノゲナガハネガヤはシバムギモドキに比し，乾燥に対する抵抗性は大きいが塩類並に反応に対する抵抗力は弱いようである．

キバナイトヨモギ群落地――キバナイトヨモギ群落地の表層 0 ～30cm の土壌は灰黒色軽鬆で単粒構造である．30cm 位迄は根系が多い．30～80cm は灰黒色で石灰点在する．80cm 以下灰褐色を呈し稍粘質である．キバナイトヨモギ群落地のアルカリ塩類並に反応は第24表の如くである．

Table 24. Alkali Salts of *Artemisia sibirica* Plant Community Land

Depth (cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
10 ～ 20	0.112	—	0.067	0.004	Trace	7.4
40 ～ 50	0.109	—	0.058	0.004	〃	7.4
80 ～ 90	0.147	0.005	0.089	0.004	〃	7.6

キバナイトヨモギ群落地土壌の反応は其のアルカリ度は著しくなくて，寧ろ中性に近くかつアルカリ塩類の含有量も大ではない．而してこれらは共に下層において稍大であるが土層を通じて著しい差異はなく，表層土においても下層土においても相似たる数値を示している．而してこれをノゲナガハネガヤ群落地土壌に比較するに，ノゲナガハネガヤ群落地土壌はその下層土に塩類の含有量大となり，又 pH 価も高くなり，ノゲナガハネガヤの方がキバナイトヨモ

ギに比して幾分アルカリ塩類に対する抵抗力は強い様に思われるがその差は大なるものではない.

トダシバ群落地――トダシバ群落地土壌の表層 20cm は灰黒色で乾燥し軽鬆で多孔質である. 根系の発達著しく其の分布は極めて密である. 50～60cm に至る間は灰黒色で軽鬆であるが漸次其の色合を変化して灰褐色を帯びるに至る. 100～110cm に至つて灰褐色となり多孔質であるが稍粘質を帯びる. 腐植質の楔状に流入する事が多い. トダシバ群落地のアルカリ塩類並に反応を見るに第25表の如くである.

Table 25. Alkali Salts of *Arundinella hirta* var. *ciliata* Plant Community Land

Depth (cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
0 ～ 20	0.108	—	0.067	0.008	Trace	7.2
50 ～ 60	0.091	—	0.051	0.007	〃	7.2
100 ～ 110	0.085	—	0.051	0.006	〃	7.2

トダシバ群落地土壌の反応は中性に近くアルカリ塩類の含有量もまた少い. 而して反応並にアルカリ塩類含有量の土層深浅による差異は極めて少い. 一般にトダシバはアルカリ土壌地帯に生育する植物としては乾燥並にアルカリ塩類の濃度及びアルカリ度に対する抵抗力は最も弱い.

ドロノキ類植栽地――アルカリ土壌地帯においては樹木は殆んど無く僅に農家の周囲にドロノキ類ニレ類等を植えておるに過ぎない. しかしかかる農家も極めて少いのである. 今浜江省肇東県下におけるドロノキ類植栽地でその生育良好な土壌について調査した結果を見るに次の如くである.

肇東県新民村馬家窩堡においては 0～40cm は灰黒色で軽鬆であるが, 50～60cm 以下は灰褐色をなし 100cm 以下に石灰がある. 又同県順天村後唐家屯においては 0～40cm は灰黒色を呈し, 40～70cm は灰黒色であるが菌糸状の石灰あり軽鬆で多孔質, 70～120cm も同様灰黒色で菌糸状の石灰がある.

今これら植栽地のアルカリ塩類の含有量並に反応を見るに第26表の如くである.

Table 26. Alkali Salts of Cultivated Land

	Depth(cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)	pH Value
Machia-wopao (馬家窩堡)	0 ～ 40	0.106	—	0.027	0.006	Trace	7.0
	50 ～ 60	0.102	—	0.024	0.015	〃	7.0
	> 100	0.078	—	0.025	0.011	〃	7.0
Hotang-chiatun (後唐家屯)	0 ～ 40	0.121	—	0.032	0.002	〃	7.0
	40 ～ 70	0.104	—	0.035	0.007	〃	7.0
	70 ～120	0.099	—	0.032	0.002	〃	7.0

ドロノキ類の生育良好な植林地の土壌は反応は殆んど中性で，アルカリ塩類の含有量もまた極めて少くアルカリ地帯の土壌としてはアルカリ土壌と認めることが出来ない程度のものである．

以上の如くアルカリ土壌地帯における植物はモウコマツナ，スナヂタデ，シバムギモドキ等の如く土壌の pH 価極めて高く，アルカリ塩類の含有量の甚だ多い個所によく生育し得るものもあれば，ノゲナガハネガヤ，キバナイトヨモギ，トダシバ等の如く土壌はその反応は弱塩基性で，アルカリ塩類の含有量が少いのでなければ生育し得ないものもある．斯の如くアルカリ塩類と植生との間には極めて密接な関係があり，アルカリ地帯の土壌の性状はその植生の如何によつて此を察知する事が出来るのである．即ちモウコマツナ，スナヂタデ等の生育している処はアルカリ塩類の濃度が大で pH 価また高く，シバムギモドキの生育している処は表層土に塩類少く pH 価が低いが，それより稍下層土において塩類の濃度並に pH 価高く，又ノゲナガハネガヤ，キバナイトヨモギ，トダシバ等の生育している処はアルカリ塩類の濃度反応共に低いのである．

(VIII) 塩類と作物との関係

アルカリ土壌地帯においては作物の生育はアルカリ塩類のために阻害せられ其の收量は普通地のそれに比して少く其の約70～80%，或はそれ以下であることが一般に認められている．[68][97]～[100] 而してアルカリ塩類に対する作物の抵抗力は作物の種類並に生育の時期によつて相異があるばかりでなく，アルカリ塩類の種類，濃度，反応及び其の他外囲の事情によつてもまた左右せられるものである．従つて作物の生育に対するアルカリ塩類の濃度限界を的確に決定する事は極めて至難の事に属するが，農業に最も重要な事柄であるから，種子の発芽並に作物の生育とアルカリ塩類との関係については今日迄研究せられた事績は尠くない．[68][79][97]～[105]

而して作物の生育に不良な影響を及ぼすアルカリ塩類の濃度限界を決定するに当つては作物を栽培しようとする媒基としての養液又は土壌に一定量の塩類を添加して作物に対するその有害限度を測定したものと，栽培した作物に有害作用の現われたアルカリ土壌について，其の土壌を採取して含有塩類の種類と量とを調査したものとの二つがあるが，アルカリ土壌中におけるアルカリ塩類の種類は単一なものではなくて，各種塩類が同時に存在するものなのであるから作物の生育に不良な影響を及ぼすこれら塩類の濃度の限界は実際圃場に栽培せられた作物の有害作用を呈した時におけるアルカリ塩類の種類及び濃度を検する事即ち後者の方がより実際的でありかつ又重要である．而して土壌中のアルカリ塩類の作物生育に及ぼす影響は塩類の顕頒作用，土壌の理学的性質等も考慮せねばならぬが，DORSEY[104] 氏は作物の生育とアルカリ塩類濃度との関係を総括的に次の如くに示している．

全塩類の%	黒色アルカリの%	作物の抵抗
0～0.2	<0.05	総ての作物の生育に差支えない
0.2～0.4	0.05～0.1	最も鋭敏な作物には不可
0.4～0.6	0.1 ～0.2	大麦・甜菜・アルファルファは生育する
0.6～1.0	0.2 ～0.3	最も抵抗力強いもののみ生育する
1.0～3.0	>0.3	何れの作物も生育しない

南満におけるアルカリ土壌の中，硫酸塩の多い土壌を見るに，全塩類の平均含量，0.117～0.352%，総平均0.237%内外では大豆・高粱・粟・小豆の生育は良好であるが，全塩類の平均含量0.482～1.485%，総平均1.129%以上ではこれら作物の生育は不良である．[97][98][99] 同じく南満のアルカリ土壌で塩化物を主要塩類とするものにおいては，大豆及び高粱の生育と塩類濃度との関係は，その生育良好な場合においては既に塩類の大部分は消失し全塩類の平均含量は僅に0.095%で，内塩化物の含量は0.01%に過ぎない．其の生育中庸なる土壌においても全塩類の平均含量は0.140%で，塩化物の含量は0.04%である．然るに作物の生育不良な土壌にあつては，その全塩類の平均含量は0.332%で塩化物の含量は0.138%に達し全塩類の大部分は塩化物である．而して全塩類の含量1.4%以上の場合においては自然塩化物の含量も増加し，作物の生育は全く不能である．[95][96][97] なお硫酸塩と塩化物との作物に対する有害作用は塩化物の方が硫酸塩よりも遙に其の程度が大である．[96][97][100][101][102] 満洲におけるアルカリ土壌は前記の如く北方平原土壌と南方平原土壌とにおいて甚しく其の性状を異にしている．而して南方平原における作物とアルカリ塩類との関係は上記の如く既に相当程度に調査は行われているが，北方平原におけるアルカリ土壌については谷島氏[106]の報告があるが，未だ充分なる調査も行われていないのである．依つて著者は実験材料を北方平原に求めて此の間の関係を調査研究した．

実験材料は浜江省肇州県並に安達県において野外調査を施行した際採取したものである．調査した作物は小豆 Indian (red) bean (白菜・馬鈴薯・蕎麦)・粟 Millet (大麻)・大豆 Soy bean・玉蜀黍 Corn・荏 *Perilla ocimoides*・大根 Radish (菜豆・白菜・人参) 等で，これら作物の生育とアルカリ塩類との関係は現地における生育状況を良，不能又は良，不良，不能の段階に区分して調査した．なお括弧内に記載した作物名は同一圃場内に栽培せられていた作物である．今作物別に其の生育状況と土層の状態との関係を見ると次の如くである．

小豆の生育良好な土地の表層0～5cm は黒褐色を呈しその質軽鬆である．5～20cm は暗褐色を呈し，更に20cm 以下は褐色を帯び多孔質で空気及び水の透通良好な事を示すが，生育不能なものの土層0～20cm は暗褐色を呈し，20cm 以下は褐色を帯び粘質で硬く，空気及び水の透通良好でなく，下層土にアルカリ土壌特有な柱状構造を有する．生育良好な小豆10株につき測定した平均の数値は茎長19.9±2.5cm，莢数42±0.6 箇である．今小豆の生育良好な土地及び生育不能な土地におけるアルカリ塩類の含有量並に pH 価を見るに第27表の如くである．

Table 27. Growth of Indian (red) bean and Alkali Salts

Growth of Indian bean	Depth(cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
good	0 ～ 5	0.131	7.4	—	0.057	0.017	Trace
	5 ～ 20	0.100	7.4	—	0.053	0.011	〃
	20 ～ 40	0.109	7.6	—	0.053	0.015	〃
	40 ～ 60	0.109	7.6	—	0.053	0.013	〃
	60 ～100	0.103	8.0	—	0.053	0.011	〃
impossible	0 ～ 5	0.252	8.0	—	0.124	0.013	Trace
	5 ～ 20	0.558	8.6	0.029	0.335	0.023	〃
	20 ～ 40	0.463	8.6	0.016	0.290	0.018	〃
	40 ～ 60	0.518	8.9	0.016	0.314	0.018	〃
	60 ～100	0.413	8.6	0.008	0.249	0.014	〃

小豆の生育状況とアルカリ塩類との関係を見るに，全塩類は生育良好な場合には，表層土における其の含量は0.131％で，層を降るに従い稍その量を減じているが，生育不能の場合は既に表層における其の含量が大で0.252％を示し，以下急激に其の量を増加して0.558％に達し，其の後は漸次降層に伴い其の量を減少するが前者に比べて遙に其の量多く 60～100cm の深所においてもなお0.413％の多きを示している．又水溶液の pH 価は生育良好の場合は7.4～8.0で下層に稍大となるが，生育不能の場合には既に表層においても 8.0 を示し，それ以下の層は 8.6 以上で塩基性反応は極めて強い．CO_3'' は生育良好の場合全層を通じてこれを含有しないが，生育不能の場合は表層 5 cm の間においてのみこれを認め得ないが，5 cm 以下にあつては 0.029％を含有し，以下次第にその量を減少するが尚 CO_3'' は存在している．HCO_3' は生育良好の場合は 0.057～0.053 ％で，土層の深さによつて大差ないが，生育不能の場合は 0～5 cm は 0.124 ％，それ以下は 0.3 ％内外に増加し，生育良好な場合に比べて其の量は甚だ多い．Cl' は生育良好な場合には 0.017～0.011％で，HCO_3' と同様に層別に大差はないが，生育不能の場合には 0～5 cm は0.013％，それ以下は0.023％を示し，更に下層に至るに従い減少するが，土層全体としては生育良好な場合よりは多いのである．SO_4'' は生育良好，不能共に痕跡である．

南方平原の硫酸塩多きアルカリ土壌にあつては，今日迄の調査によれば[98][99]全塩類0.117～0.352％，平均 0.237 ％内外においても小豆は生育良好である．北方平原土壌にありては，硫酸塩は生育の良否を問わず其の量は痕跡に過ぎないので，南方平原土壌における含有塩類有害限界量とこれを対比することは些その当を得ないようであるが，仮に全塩類についてこれを比較してみると，生育良好の場合には土層全体を通じて北方平原土壌は其の含有量が0.1％内外であり，DORSEY[104] 氏に拠るも小豆の生育には何等影響を及ぼす程度の含有量ではない．又生育不能の場合にあつては，表層 0～5 cm における其の含有量は 0.252 ％で，南方平原土壌におけるそれに比して敢て大差はないけれども，5 cm 以下における土層の全塩類は0.5～0.3％で，其の濃度甚だ大なると共に CO_3''，HCO_3' 並に Cl' が多く存在し，其の反応は強塩基性を呈するに至つているのである．即ち5 cm 以下の土壌にはアルカリ塩類の集積が大であるのである．為に表層 0～5 cm の土壌は小豆の生育を甚しく阻害する程度のアルカリ塩類の濃度ではないが，5 cm 以下における土壌の塩類含有量と其の反応とが小豆の生育を許さないこととなり，その為に小豆は生育が不能になるものと思われる．なお前記の如く生育良好な土地は多孔質で，空気及び水の透通良好なことを示すが，生育不能なものの土地は粘質で硬く空気及び水の透通良好でないことを示しており，前者にはアルカリ塩類は集積せられていないが，後者においては塩類の集積を来すこと著しく，土層の状態とアルカリ塩類の集積とはその間に密接な関係があることが認められるのである．

粟の生育良好な土地の表層 0～20cm は黒褐色でその質軽鬆である．20～60cm は暗褐色を呈し，菌糸状の石灰を含む．土層中に菌糸状の石灰のあるのは空気や水の透通が良好であることを示すと共に黄土質なることを示すものである．60cm 以下は灰褐色を呈し，その質は稍硬い．生育不能の土地の表層 0～5 cm は灰黒色で，5～40cm は暗褐色を帯びその質は稍硬い．40cm 以下灰褐色を呈し，著しく硬くて下層に僅に菌糸状石灰を見るのみである．土壌採取地における生育良好な粟10株につき測定した平均の数値は茎長 90±3.8cm，穂長 11.6±0.7 cm である．今粟の生育と塩類との関係を見ると第28表の如くである．

Table 28. Growth of Millet and Alkali Salts

Growth of Millet	Depth(cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
good	0 ～ 5	0.110	7.8	—	0.060	0.013	Trace
	5 ～ 20	0.095	7.6	—	0.047	0.011	〃
	20 ～ 40	0.093	7.6	—	0.040	0.015	〃
	40 ～ 60	0.077	7.8	—	0.040	0.011	〃
	60 ～100	0.101	7.8	—	0.047	0.015	〃
impossible	0 ～ 5	0.195	8.0	—	0.111	0.019	Trace
	5 ～ 20	0.365	8.4	0.016	0.209	0.019	〃
	20 ～ 40	0.548	>8.8	0.017	0.331	0.024	〃
	40 ～ 60	0.619	>8.8	0.016	0.402	0.023	〃
	60 ～100	0.595	8.6	0.016	0.360	0.028	〃

以上の表に見るように，全塩類は生育良好の場合は 0 ～ 5 cm は 0.1 %，5 cm 以下にあつてはその濃度は漸次減ずるが，表層土，下層土において大差はない．生育不能の場合には 0 ～ 5 cm は 0.195% であるが，5 cm以下は0.365～0.619%に達し，降層に従いその含有量を増加しており，生育良好の場合に比して甚しく多い．pH 価は生育良好の場合は7.6～7.8の間にあり，表層土，下層土に大差なく，生育不能の場合は表層 0 ～5cmにおいては8.0であるが，それ以下の層に至れば漸次増加して塩基性反応は強くなる．CO_3'' は生育良好の場合にはこれを認める事は出来ないが，生育不能の場合には 5 cm 以下の層において 0.016 %を含有しておる．HCO_3' は生育良好な場合 0 ～ 5 cm において 0.06 %を示し，下層土には稍少いが，生育不能の場合には 0 ～ 5 cm にて 0.111 %を含有しており，下層に至るに従い漸次増加している．Cl' は生育良好の場合各層共に 0.013 %内外を示し，表層土下層土において大差ないが，生育不能の場合には 0 ～20cm に 0.019 %を含有しており，更に下層に稍その量を増加している．SO_4'' は生育良好及び不能何れの場合にも痕跡である．即ち粟の生育良好なる土壌にあつては，全塩類の濃度は各層共に 0.1 %内外である．而して生育不能の場合は表層 0 ～ 5 cm は 0.195 %であるが，5 cm 以下における全塩類の濃度は大となり，塩基性反応も強くなり，且つ又土層は 5 cm 以下においてその質硬く空気及び水の透通不良で塩類の集積多く，従つて小豆の場合と同様な関係において生育不能となるものと思われる．

大豆の生育良好な土地の表層 0 ～20cm は灰黒色を呈しその質軽鬆であるが，20cm 以下は灰褐色を帯び稍粘質である．腐植質が楔状をなして下層に流入しており水の透通することを示している．生育不能な土地の表層 0 ～ 5 cm は灰黒色を呈し質軽鬆であり，5 ～40cm は暗褐色を呈し粘質で斑状の石灰あり，又 40cm 以下は灰褐色を呈する．土壌採取地における生育良好な大豆10株につき測定した平均の数値は茎長 54.5±2.6cm である．

Table 29. Growth of Soy bean and Alkali Salts

Growth of Soy bean	Depth(cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
good	0 ～ 5	0.131	8.0	—	0.067	0.018	Trace
	5 ～ 20	0.170	8.2	—	0.087	0.019	〃
	20 ～ 40	0.257	8.4	—	0.166	0.010	〃
	40 ～ 60	0.360	8.4	Trace	0.230	0.017	〃
	60 ～100	0.437	8.6	0.017	0.272	0.009	〃
impossible	0 ～ 5	0.217	8.0	—	0.127	0.009	Trace
	5 ～ 20	0.240	8.4	—	0.130	0.010	〃
	20 ～ 40	0.625	8.6	0.017	0.263	0.019	〃
	40 ～ 60	0.650	8.6	0.017	0.310	0.011	0.030
	60 ～100	0.646	8.6	0.017	0.289	0.019	0.041

大豆の生育と塩類との関係を見るに，第29表に示す如く全塩類は生育良好の場合には 0 ～ 5 cm において 0.131 %を含有しており，5 ～20cm にあつては 0.170%で，20～40cm は 0.257 %，更にそれ以下にあつては 0.3 %以上である．生育不能の場合は 0 ～ 5 cm は 0.217 %，5 ～20cm は 0.240 %であり，それ以下の層においては 0.6 %以上の含有量を示し甚しく多量の全塩類を含有している．pH 価は生育良好の場合は 0 ～ 5 cm において 8.0 を示し，5 ～20cm にて8.2，それ以下の層においては 8.4～8.6 にして下層に至るに従い大となる．又生育不能の場合は 0 ～ 5 cm は 8.0 なるも，5 ～20cm は 8.4 となり，それ以下の層にあつては 8.6 を示しており，生育良好の場合に比して pH 価は高く，小豆・粟の場合と同様に全塩類の量に伴うて変化している．CO_3'' は生育良好の場合は 60～100cm の最下層において僅に存在するが，生育不能の場合には 20cm 以下の層において既に0.017%が含有せられている．又 HCO_3' は生育良好の場合及び不能の場合何れも表層土より下層土に至るに従い漸次其の量を増加しているが，生育不能の場合において全般的に其の量が多い．Cl' は 0.01～0.02%を占め，生育良好及び不能何れの場合も相似た数値を示し，各土層間に甚しい差異を示していない．SO_4'' は生育良好の場合には何れの層においても痕跡に過ぎず，又生育不能の場合においては 40cm 以下の層において認められるのみである．

南方平原土壌の硫酸塩の多いアルカリ土壌においては，全塩類 0.237 %内外においても大豆の生育は良好で，又塩化物の多い土壌においては全塩類0.14%，塩化物0.04%の時は其の生育は中庸であるが，全塩類0.332%，塩化物0.138%である時はその生育が不良である．北方平原土壌においては Cl' は生育良好及び不能の何れの土壌においても其の量に大差なく，又 SO_4'' は生育不能の場合において単に下層土に存在するだけで，大豆の生育に対し Cl' 及び SO_4'' の両者は共に其の影響がないものと思われる．全塩類は生育不能の場合 0 ～ 5 cm におけるその濃度は南方平原土壌のそれに比して既に生育可能の限界にあるのみならず，5 cm 以下においてはその濃度が大となり，更に 20cm 以下においては急激にその量を増加している．大豆の

アルカリ塩類に対する抵抗性は品種によつて極めて差異があるが,[108] 小豆と同様にアルカリ塩類に対する抵抗性は弱く,[98][99] DORSEY[104] 氏の限界を以てすれば, 最もアルカリ塩類に対して鋭敏なる作物中に分類せられるのである. 谷島氏[106]によると北方平原土壌においては大豆生育地の全塩類は 0.273～0.508%, 平均0.382%, pH 価は 8.2～9.3, 平均 8.8 で, 又大豆生育不良な土地の全塩類は0.316～0.591%, 平均0.504%で, pH 価は8.5～10.0, 平均 9.4であるという. 著者の北方平原土壌における大豆生育良好及び不能と塩類含有量との関係は前記の如くで, これを谷島氏の成績に比較すると, 谷島氏の成績は甚しく高い価を示しているのである. 而して生育良好の場合においても下層土における全塩類はその濃度が大であり, 又 CO_3'' が存在し HCO_3' もその量を増加し pH 価も高いことを示しているのである. 併しながら是等性質の変化は 40cm 以下の土層においてこれを認め得るもので, 表層 40cm までの土層にあつては土壌の性状が良好であり, 大豆はその生育を良好に保持することが出来るのである. ために作物の生育に対するアルカリ塩類の影響は単にその濃度のみではなく, 塩類の集積状況が極めて重大な影響を及ぼすものである事を同時に注意せねばならぬ.

玉蜀黍の生育良好な土地の表層 0～20cm は灰黒色を呈しその質軽鬆である. 20cm 以下は灰褐色を帯び石灰の含有せられることが多い. 生育不良な土地の表層 0～20cm は灰黒色を呈し, それ以下は灰褐色を帯び稍粘質である. 石灰は斑状を呈する. 土壌採取地における生育良好な玉蜀黍10株を測定した平均数値は茎長176.4±8.2cm で, 生育不良なもの10株の測定平均数値は茎長 110.1±13.3cm である. 玉蜀黍の生育とアルカリ塩類との関係を見るに第30表の如くである.

Table 30. Growth of Corn and Alkali Salts

Growth of Corn	Depth(cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
good	0 ～ 5	0.132	8.0	—	0.068	0.015	Trace
	5 ～ 20	0.131	8.0	—	0.068	0.017	〃
	20 ～ 40	0.124	8.0	—	0.068	0.012	〃
	40 ～ 60	0.118	8.0	—	0.067	0.011	〃
	60 ～100	0.119	7.8	—	0.068	0.011	〃
poor	0 ～ 5	0.189	8.0	—	0.103	0.012	Trace
	5 ～ 20	0.167	8.2	—	0.104	0.010	〃
	20 ～ 40	0.367	8.4	—	0.249	0.010	〃
	40 ～ 60	0.524	8.6	0.017	0.296	0.017	0.019
	60 ～100	0.534	8.4	Trace	0.258	0.013	0.020

以上の表に見る如く, 玉蜀黍の生育状況と塩類との関係を見るに, 全く大豆の場合と相似た結果を示している. 即ち全塩類は生育良好の場合 0～5 cm において 0.132 % を含有しており, それ以下の層においては下層に至るに従い少しくその量を減少するが, 生育不良なる場合

においては表層土 0～20cm の間において既に全塩類の濃度は約0.2%に及び以下次第に其の量を増加し，40～60cm の深さにあつては0.5%以上の多きを示すに至つている．しかしながら後者の場合にあつても表層土における其の濃度は割合に少く，此の間における土壌はその性質が比較的良好なるがために，玉蜀黍はこの表層土 20cm の間に僅に根を蔓延せしめ生育を保ちおるに過ぎざるが故にその生育は測定数値に見る如く甚しく劣りおるものである．

なお谷島氏(106)に依るに北方平原土壌における玉蜀黍の生育地の全塩類は0.274～0.871%，平均0.592%で，又 pH 価は8.3～10.2平均9.1であり，生育不良地における全塩類は0.551～0.956%，平均0.716%でpH価は8.7～10.1平均9.6であるという．大豆の場合と同様同氏の示した数値は何れも高きに過ぎると思われる．

荏の生育良好な土地はその表層0～20cmは灰黒色を呈し，その質は軽鬆で多孔質であるから空気や水の透通は良好である．20～60cm は暗褐色を呈し菌糸状の石灰が認められる．60cm 以下は灰褐色で稍粘質である．生育不良な土地はその0～20cm は灰黒色で質は軽鬆である．20～40cm は暗褐色で稍粘質であり，40cm 以下は灰褐色で多孔質であるが硬い．生育不能の土地はその表面灰白色を呈し乾燥が甚しいが 20cm までは灰黒色を呈しその質は硬い．20cm 以下は暗褐色を呈し柱状構造を有する．土壌採取地における10株の平均測定数値を見るに，生育良好なものは茎長58.6±2.6cm，生育不良のものは茎長20.9±3.0cm である．荏の生育と塩類との関係を見るに第31表の如くである．

Table 31. Growth of *Perilla ocimoides* (荏) and Alkali Salts

Growth of *Perilla ocimoides*	Depth(cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
good	0 ～ 5	0.126	8.0	—	0.056	0.017	Trace
	5 ～ 20	0.108	8.0	—	0.053	0.013	〃
	20 ～ 40	0.094	7.8	—	0.040	0.013	〃
	40 ～ 60	0.094	8.0	—	0.050	0.013	〃
	60 ～100	0.111	7.8	—	0.066	0.018	〃
poor	0 ～ 5	0.173	8.0	Trace	0.093	0.018	Trace
	5 ～ 20	0.216	8.0	〃	0.121	0.019	〃
	20 ～ 40	0.515	8.6	0.006	0.311	0.028	0.016
	40 ～ 60	0.679	8.6	0.022	0.332	0.027	0.078
	60 ～100	0.685	8.8	0.019	0.286	0.031	0.130
impossible	0 ～ 5	0.223	8.2	Trace	0.132	0.018	Trace
	5 ～ 20	0.493	8.6	0.016	0.298	0.013	0.020
	20 ～ 40	0.691	8.8	0.041	0.298	0.018	0.107
	40 ～ 60	0.703	8.8	0.081	0.239	0.018	0.132
	60 ～100	0.691	8.8	0.097	0.214	0.027	0.110

以上の表に見るように全塩類は生育良好な場合には0.1%内外を含有しており，表層土と下層土との間に大差なく，生育不良の場合は0～5cm は0.173%，5～20cm は0.216%であるが，それ以下の層においては0.5～0.6%を含有している．又生育不能の場合は0～5cm は0.223%であるが，5cm 以下の層においては0.49～0.70%を含有している．pH 価は生育良好の場合は7.8～8.0で各層の間に大差はないが，生育不良の場合は表層0～20cm は8.0であるが，それ以下の層は pH 価高く8.6～8.8を示しており，又生育不能の場合は表層0～5cm は8.2であるがそれ以下の層は8.6～8.8を示している．CO_3'' は生育良好の場合は各層共に認められず，生育不良の場合には 20cm 以下の層に，又生育不能の場合には5cm 以下の層に含有せられている．HCO_3' は生育良好の場合は 0.04～0.06 %を含有し，生育不良の場合は0～5cm の間には0.093%であるが，それ以下の層は0.12～0.33 %の多きを示し，又生育不能の場合においては0～5cm は0.132%を含有しており，それ以下の層は0.2%以上を含有してある．Cl' は生育良好の場合は0.013～0.018%を含有しており，表層土と下層土との間に大差なく，生育不良の場合は 20cm 以下の層に，又生育不能の場合は 60～100m に0.03%内外を含有するが，その他においては0.02% 以下の濃度であり，土層によりて大差は認められない．又 SO_4'' は生育良好の場合は各層共に痕跡であり，生育不良の場合は 0～20cm は痕跡であるが，20cm 以下の層には含有せられ，然も降層に伴いその量を増加する．又生育不能の場合は0～5cm は痕跡であるが，それ以下の層に認められ，且つ下層に至るに従いその量は漸次増加している．

以上の如く全塩類0.2%以下の場合は荏の生育に影響を及ぼさず，然も土層全体0.2%以下であれば，荏の生育は良好であるが，表層 0～20cm の塩類の濃度が0.2%以下でも，それ以下の層において塩類の濃度が大である時は生育は不良となる．又表層0～5cm における全塩類の濃度が0.2%でも，それ以下の層において塩類の濃度が大となる時には荏の生育は不能となる．前記の如く荏の生育良好な土地の土壌には菌糸状の石灰あり，空気や水の透通が良好な事を示しており，生育不良及び不能の土地の土壌は其の下層土は粘質で硬く，空気及び水の透通を阻害し従つて塩類の集積を来し，これが程度の如何によつて生育不良又は不能に陥り作物の生育に影響を及ぼすのである．

大根の生育良好な土地の表層0～20cm は灰黒色を呈し，その質軽鬆で且つ又多孔質である．20～60cm は灰褐色で多孔質，60cm 以下は淡褐色を呈し粘質である．大根の生育不能な土地の表面は灰白色を呈し乾燥しており，表層 20cm は黒色を呈し，20～40cm は黒色であるが稍粘質である．40cm 以下は灰褐色で粘質である．土壌採取地における生育良好な大根10本を測定した平均数値は太さ，10.1±0.8cm 長さ 33.0±0.5cm である．

今大根の生育とアルカリ塩類との関係を見るに第32表の如くである．

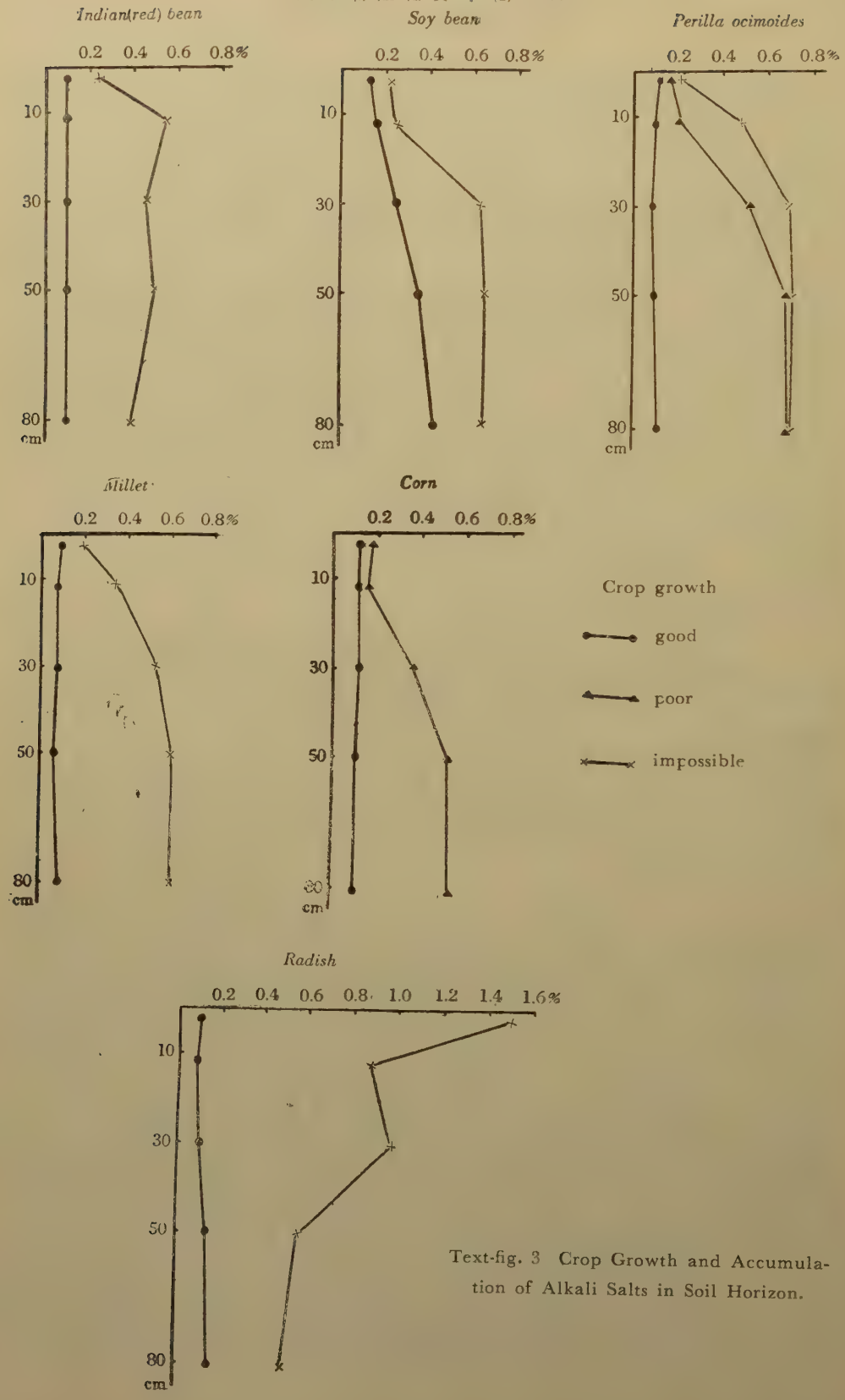
Table 32. Growth of Radish and Alkali Salts

Growth of Radish	Depth(cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
poog	0 ～ 5	0.100	7.6	—	0.053	0.007	Trace
	5 ～ 20	0.098	7.8	—	0.053	0.009	〃
	20 ～ 40	0.111	8.2	—	0.059	0.013	〃
	40 ～ 60	0.135	8.4	—	0.077	0.009	〃
	60 ～100	0.162	8.4	—	0.096	0.007	〃

impossible	0 ～ 5	1.491	8.0	Trace	0.175	0.381	0.173
	5 ～ 20	0.883	>8.8	0.016	0.371	0.113	Trace
	20 ～ 40	0.970	>8.8	0.033	0.551	0.056	〃
	40 ～ 60	0.560	8.8	0.020	0.300	0.033	〃
	60 ～100	0.492	8.8	0.026	0.229	0.038	〃

大根の生育状況と塩類との関係は前記の各作物の場合とは稍異るものがある．即ち全塩類は生育良好の場合は0.1%内外で表層土においても下層土においてもその含有量に大なる差異は無いけれども，生育不能の場合は表層 0 ～ 5 cm においては1.0%以上の塩類を含有しており，下層に至れば漸次その量を減少しておるが，60～100cm の最下層においても尚0.5%の塩類を含有している．即ち生育不能の場合は表層土において塩類の集積が極めて大である．pH 価は生育良好の場合は 7.6～8.4 で生育不能の場合は表層土は 8.0 であるが，下層土は 8.8 以上を示している．CO_3'' は生育良好の場合は含有されていないが，生育不能の場合には表層 0 ～ 5 cm には痕跡であり，5 cm 以下の層には 0.016～0.033% を含有している．又 HCO_3' は生育良好の場合には表層 0 ～5cm は 0.053% を含有しており，下層土においてはその量は稍増加するが，その濃度は何れも 0.1 %以下である．生育不能の場合には表層 0 ～ 5 cm において 0.175% を含有しており，それ以下の層においては 0.22～0.55%を含有しておりその量は甚しく多い．Cl' は生育良好の場合にはその濃度0.007～0.013%で，土層全体に亘つてその含有量は少く，且つ表層土と下層土との間に大差は無いけれども，生育不能の場合には表層 0 ～5 cm において0.381% ($NaCl$ に換算して0.628%) を含有しており，下層土に至るに従いその含有量は漸次減少している．又 SO_4'' は生育良好の場合は各層共に痕跡であり，生育不能の場合は表層 0 ～ 5 cm にのみ 0.173% (Na_2SO_4 に換算して 0.256%) を含有している．これによつて見ると生育不能の土地はその表層に集積している塩類中には塩化物並に硫酸塩の多いことを示している．即ち大根の生育不能となるのは前記各種作物の生育不能の場合と異り，表層土における塩類の濃度が高いがためと，5 cm 以下における塩基性反応の強いことによるものである．

作物の生育に影響を及ぼすアルカリ塩類の中，最も影響を及ぼす事大なるものは炭酸曹達で，塩化曹達此に亜ぎ，硫酸曹達はその影響比較的に少いとせられている．北方平原土壌においては地域によつて塩類の種類・濃度・反応に特異性を有することは既に記した如くであるが，北方平原土壌と言つても作物の生育に及ぼすアルカリ塩類の影響は個々の塩類の影響よりは寧ろ総体的に塩類全体として及ぼす影響のより大なるものがあるので，アルカリ塩類の作物生育に及ぼす影響の限界を知るには DORSEY 氏の挙げた全塩類の量を以てするのを最も良とする．而して作物の生育に影響を及ぼすアルカリ塩類の濃度は又その集積の状況によつて差異を来すものであるから，濃度と同時に塩類の集積状況にも注意することが必要である．前記の如く各種作物の生育の良好，不良，不能の状況と塩類集積の状況を見るに普通に作物生育の限界と見做されている濃度 0.2 %以下の場合においても作物は下層に至るまで（本実験においては100cmまで）略同様な濃度若しくは以下において塩類を含有するのでなかつたら其の生育は良好ではない．従つて表層土における塩類の含有量は仮令 0.2 % 以下であつても 20cm 以内の土層において其の量 0.2 %を超過する時は生育不良となり，更に 10cm 以内において超過する時は生育不能となる．又 40cm 以下の下層の場合においては生育に及ぼす塩類の影響は



Text-fig. 3 Crop Growth and Accumulation of Alkali Salts in Soil Horizon.

著しく緩和せられ，その生育は良好であるが，20cm 以下の場合においては緩和せられる事があつてもその生育は不良である．更に表層よりして塩類の集積大なる場合においては勿論作物は生育不能である．

アルカリ塩類の集積状況は季節によつて差異があり，降水あれば塩類は下層に流亡し，晴天打続けば表層に塩類の集積を来す事は一般に認められている処であるが，前記の如く滿洲にありては8月中旬における塩類の集積状況には，大根の生育不能の場合の如く表層土に集積する場合，小豆の生育不能の場合の如く表層土より稍下層（中層）に集積する場合，大豆の生育良好並に玉蜀黍生育不良の場合の如く下層に集積する場合及び各作物の生育良好の場合の如く土層全体に分布する場合の四種がある．春季における調査は下層土が凍結しておるため充分に行われていないが，雨期を過ぎ乾燥期に入ろうとする10月乃至11月における調査の結果より見ても以上の四種の場合が存在している．今10月乃至11月に調査した結果を挙げれば次の如くである．

Table 33. Accumulation of Alkali Salts in Surface Layer.
35km from Laowangchia, Taonan Province, Lungchiangsing
(龍江省 洮南県 老汪家 南方35km)

Depth (cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
0 ～ 30	1.251	9.2	0.092	0.047	0.045	0.446
30 ～ 60	0.116	7.8	—	0.063	0.006	0.008
60 ～120	0.097	7.8	—	0.054	0.005	0.008

Table 34. Accumulation of Alkali Salts in Medium Layer.
Fufatun, Lintien Province, Pinchiangsing
(浜江省 林甸県 福発屯)

Depth (cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
0 ～ 30	0.399	8.6	0.025	0.235	0.007	Trace
30 ～ 80	0.516	8.8	0.136	0.186	0.007	〃
80 ～130	0.428	8.8	0.099	0.161	0.014	〃
130 ～180	0.293	8.6	0.037	0.148	0.014	〃

Table 35. Accumulation of Alkali Salts in Under Layer.
3km Northeast from Chuanchiaweitzu, Chêntung Province, Lungchiangsing
(龍江省 鎮東県 伝家囲子 東北 3km)

Depth (cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
0 ～ 50	0.081	7.2	—	0.032	0.014	0.002
50 ～ 90	0.159	7.6	—	0.057	0.018	0.022
90 ～150	0.277	8.2	0.006	0.082	0.016	0.069

Table 36. Accumulation of Alkali Salts in Whole Layer.
Chüchiaweitzu, Chaotung Province, Pinchiangsing
(浜江省 肇東県 曲家圍子)

Depth (cm)	Total Salts (%)	pH Value	CO_3'' (%)	HCO_3'(%)	Cl' (%)	SO_4'' (%)
0 ～ 50	0.493	7.6	—	0.253	0.073	0.006
50 ～ 100	0.499	7.6	—	0.257	0.074	Trace
100 ～ 150	0.495	7.6	—	0.258	0.074	〃

前記の如く植生とアルカリ塩類との関係においてはモウコマツナ，スナヂタデ等の生育する処は表層土に塩類の集積が多く，シバムギモドキの生育する処は表層土よりも寧ろ稍下層に集積多く且つ其の反応も強く，又ノゲナガハネガヤ，キバナイトヨモギ，トダシバ等の生育する処は塩類の含有量が少く，塩類は土層の全体に亘り殆んど一様に分布しているのである．従つてモウコマツナ，スナヂタデ等の生育地は耕作するとも作物の生育は許されず，漸く放牧地に利用し得るに過ぎず，シバムギモドキの生育地はこれを開墾する時は下層の塩類を表層に持ち来し，表層における塩類の濃度を高め，従つて作物の生育を阻害するに至る．なおシバムギモドキは飼料となし得るのでこれが生育地は採草地にするのを得策とする．又ノゲナガハネガヤ，キバナイトヨモギ，トダシバ等の生育地は塩類含有量少なければ，これを開墾して耕地になし得べく，又植栽地としても稚苗の活着良好であり，樹木の生長も旺盛である．而して以上は草原未耕地における植生とアルカリ塩類の分布集積との関係であるが，既に開墾地における作物生育の状況よりしても前記の如く全く同様なる関係を見るのである．今アルカリ塩類の集積状況と作物生育並に植生との関係を一層明瞭ならしめるためにこれを表示すれば第37表の如くである．

Table 37. Relation between Accumulation of Alkali Salts and Plant Growth.

No.	Accumulation of Salts	Crop Production	Plant Growth
I	surface layer	impossible	*Suaeda corniculata*; *Pleuropteropyrum sibiricum*
II	medium layer	impossible or poor	*Aneurolepidium chinense*
III	under layer	poor or good	*Stipa baicalensis*; *Artemisia sibirica*
IV	whole layer	good or poor, impossible	*Arundinella hirta* var. *ciliata*

即ち作物の生育に影響を及ぼすアルカリ塩類の濃度限界は全塩類として0.2％であり，著者の成績は今日迄発表せられている結果と良く一致するものであるが，アルカリ塩類の作物の生育に及ぼす影響は独り濃度についてのみならず，其の分布集積状況の如何による処のものまた極めて大である．而してアルカリ塩類の多量表層に集積する場合においては作物の生育は不能となり，又アルカリ塩類が表層土より稍下層において所謂中層集積を齎す場合においても作物の生育に適せず，仮令生育しても不良である．アルカリ塩類の下層に集積する場合は，これが

影響は緩和せられ，その集積が 20cm 以下であれば作物の生育は不良であるが，40cm 以下に集積すれば其の生育は良である．更にアルカリ塩類が全層に分布する場合にはその濃度が 0.2%以下であれば作物は生育するが，0.2%以上である場合にはその濃度により或は不良となり或は不能となる．

(IX) 含有塩類と植生とより見たるアルカリ土壌の性質と其の分類

既に述べたように滿洲中央平原の土壌は地質学的にその成因を異にし，従つてそこに出現するアルカリ土壌地帯においては，その含有する塩類の種類・濃度並に反応等を異にしている．即ち北方平原における土壌の土性は埴土に属するものが多く．全塩類中 CO_3'' 並に HCO_3' 多く，従つて pH 価は一般に高いが，Cl', SO_4'' は一般にその濃度が低い．然るに南方平原における土壌の土性は砂土に属するもの多く，全塩類中 CO_3'' 並に HCO_3' は少いが，これに反して Cl', SO_4'' の濃度は一般に高い．而して pH 価は一般に低いのである．勿論北方平原においても南方平原においても地域によつて塩類の種類・濃度及び反応等に差異があり，北方平原においては安達を中心とする地域においても，特にその南部に Cl' 及び SO_4'' が多く，その濃度が高いが，北部にあつては CO_3'' 及び HCO_3' の濃度が大である．又嫩江・洮児河を中心とする地域にあつても鎮東県の如きは塩類の濃度・反応は他の地方とは異り．濃度反応共に高いのであるが，その他の地方においては一般に低いのである．又南方平原においては北部より南部に至るに従い塩類の濃度は高くなり，CO_3'' は北部に存在するが南部には認められず．又 Cl', SO_4'' は南部にその濃度大となる．即ち北方平原と南方平原とは共にアルカリ土壌であるが，その性質を異にしているのみならず，同一平原にあつては地域的に其の性質を異にしている．

又植生上よりアルカリ土壌地帯を見るに，植物の種類によつてアルカリ塩類の濃度・反応等に適応する性質に差異があり，逆に生育する植物の種類よりしてアルカリ土壌の性質はこれを判断する事が出来る．即ちモウコマツナ，スナヂダテ等の生育する処はアルカリ塩類の濃度が高いと共に反応もまた強塩基性を呈し，シバムギモドキの生育する処は表層におけるよりは寧ろ稍下層において特に CO_3'' の濃度高く塩基性の反応が強い．又キバナイトヨモギ，ノゲナガハネガヤ，トダシバ等の生育する処は塩類の濃度は大ではない．従つてまた其の反応も中性に近いのである．又ドロノキ類の生育する林地の土壌はアルカリ塩類の濃度低く，反応も殆んど中性に近いのである．

以上の如く地域的にも又植生上よりしても土壌中のアルカリ塩類の種類・濃度・反応等に著しい差異を認めるものであるが，塩類の種類と反応との間には密接なる関係があり，全塩類中に CO_3'' を含有する時は塩基性の反応は強く，CO_3'' を含有しない時は塩基性の反応は弱いのである．又塩基性反応の強いものは一般にアルカリ塩類の濃度が高いが，塩類が食塩のような中性塩類である場合においては其の濃度は大であつても，反応は差程強くないのである．而して此の間の関係は次に掲げる数表の如くである．尚以下の表は (VI) において論述した土壌につき，I 層 II 層 III 層の土壌全体に亘つて測定した結果を総括集計したものである．今全塩類と pH 価との関係を見るに第38表の如くである．

Table 38. Relation between Total Salts and pH Value

North Plain Soil

No.	Concentration	pH Value									
		7.0~7.5		7.6~8.0		8.1~8.5		8.6~9.0		>9.1	
		Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)
1	0.01 ~ 0.05	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.05 ~ 0.1	**68**	**48**	9	15	1	4	0	0	0	0
3	0.1 ~ 0.25	52	37	**34**	**55**	**13**	**46**	11	21	5	7
4	0.25 ~ 0.5	6	4	13	20	7	25	**23**	**45**	21	29
5	0.5 ~ 1.0	0	0	5	8	7	25	12	24	**35**	**49**
6	> 1.0	0	0	1	2	0	0	5	10	11	15
	Total	141	99	62	100	28	100	51	100	72	100

South Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value									
		7.0~7.5		7.6~8.0		8.1~8.5		8.6~9.0		>9.1	
		Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)	Exp. result	Ratio (%)
1	0.01 ~ 0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.05 ~ 0.1	**11**	**29**	4	14	2	20	0	0	0	0
3	0.1 ~ 0.25	**11**	**29**	**16**	**55**	**7**	**70**	0	0	0	0
4	0.25 ~ 0.5	10	26	1	4	0	0	**4**	**57**	0	0
5	0.5 ~ 1.0	3	8	5	17	1	10	3	43	0	0
6	> 1.0	3	8	3	10	0	0	0	0	0	0
	Total	38	100	29	100	10	100	7	100	0	0

以上の表に見るように，北方平原土壌においては塩類の濃度が低い時は pH 価もまた低いものが多く，塩類の濃度が高くなれば pH 価もまた高くなるものが多い．南方平原土壌にあつても塩類の濃度低い時は pH 価の低いものが多く，又塩類の濃度が高くなれば pH 価もまた高くなる．即ち北方平原土壌においても南方平原土壌においても塩類の濃度と pH 価との関係は大体平行しているが，南方平原土壌においては北方平原土壌程には平行していないのである．次に CO_3'' の濃度と pH 価との関係を見るに第39表の如くである．

次に第39表に見るように，北方平原土壌においては CO_3'' の存在しない時は pH 価は低く，CO_3'' が存在すれば pH 価は高くなり，且つ CO_3'' の濃度が高くなればこれに伴つて pH 価もまた高くなるのである．南方平原土壌においても CO_3'' と pH 価との間には北方平原土壌におけると全く同様な関係を有しているのである．而して北方平原土壌においても南方平原

Table 39. Relation between Concentration of CO_3'' and pH Value

North Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0~7.5 Exp. result	7.0~7.5 Ratio (%)	7.6~8.0 Exp. result	7.6~8.0 Ratio (%)	8.1~8.5 Exp. result	8.1~8.5 Ratio (%)	8.6~9.0 Exp. result	8.6~9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	**103**	**73**	12	19	3	11	0	0	1	1
2	Trace~0.01	38	27	**42**	**68**	**18**	**64**	13	25	4	6
3	0.01 ~ 0.05	0	0	6	10	4	14	16	31	9	13
4	0.05 ~ 0.1	0	0	2	3	2	7	**18**	**35**	14	19
5	0.1 ~ 0.5	0	0	0	0	1	4	4	8	**44**	**61**
6	> 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	141	100	62	100	28	100	51	99	72	100

South Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0~7.5 Exp. result	7.0~7.5 Ratio (%)	7.6~8.0 Exp. result	7.6~8.0 Ratio (%)	8.1~8.5 Exp. result	8.1~8.5 Ratio (%)	8.6~9.0 Exp. result	8.6~9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	**37**	**97**	**25**	**86**	**4**	**40**	0	0	0	0
2	Trace~0.01	1	3	4	14	**4**	**40**	3	43	0	0
3	0.01 ~ 0.05	0	0	0	0	2	20	**4**	**57**	0	0
4	0.05 ~ 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.1 ~ 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	> 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	38	100	29	100	10	100	7	100	0	0

Table 40. Relation between Concentration of HCO_3' and pH Value

North Plain Soil

No.	Conceotration (%)	pH Value 7.0~7.5 Exp. result	7.0~7.5 Ratio (%)	7.6~8.0 Exp. result	7.6~8.0 Ratio (%)	8.1~8.5 Exp. result	8.1~8.5 Ratio (%)	8.6~9.0 Exp. result	8.6~9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace~0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.01 ~ 0.05	**85**	**60**	18	29	3	11	5	10	6	8
4	0.05 ~ 0.1	49	35	**31**	**50**	**14**	**50**	14	27	12	17
5	0.1 ~ 0.5	7	5	13	21	11	39	**32**	**63**	**49**	**68**
6	> 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7
	Total	141	100	62	100	28	100	51	100	72	100

South Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0~7.5 Exp. result	7.0~7.5 Ratio (%)	7.6~8.0 Exp. result	7.6~8.0 Ratio (%)	8.1~8.5 Exp. result	8.1~8.5 Ratio (%)	8.6~9.0 Exp. result	8.6~9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace~0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.01 ~ 0.05	**31**	**82**	12	41	4	40	0	0	0	0
4	0.05 ~ 0.1	4	10	**17**	**59**	**5**	**50**	0	0	0	0
5	0.1 ~ 0.5	3	8	0	0	1	10	**7**	**100**	0	0
6	> 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	38	100	29	100	10	100	7	100	0	0

土壌においても多少の例外はあるが，CO_3'' の存在しない時は pH 価は8.5以下を示すものが多く，CO_3'' が存在すれば何れも8.6以上のアルカリ度を示すのである．勿論 CO_3'' が存在しても，その濃度において低い時は8.5以下の pH 価を示す事がある．而して此の場合における CO_3'' の濃度は0.01%内外である．即ち CO_3'' の存在の有無は pH 価に極めて大きい影響を及ぼすものである．次に HCO_3' と pH 価との関係を見るに第40表の如くである．

北方平原土壌においても南方平原土壌においても，HCO_3' の濃度の低い時には pH 価も低いものが多いが，HCO_3' の濃度が高くなるに従い pH 価もまた高くなるものが多く，CO_3'' の場合と同様 HCO_3' はその濃度と pH 価との間に密接なる関係がある．Cl' の濃度と pH 価との関係は次の如くである．

Table 41. Relation between Concentration of Cl' and pH Value

North Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0~7.5 Exp. result	7.0~7.5 Ratio (%)	7.6~8.0 Exp. result	7.6~8.0 Ratio (%)	8.1~8.5 Exp. result	8.1~8.5 Ratio (%)	8.6~9.0 Exp. result	8.6~9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace~0.01	**79**	**56**	26	42	8	28	19	37	24	33
3	0.01 ~ 0.05	61	43	**27**	**44**	**14**	**50**	**23**	**45**	**31**	**43**
4	0.05 ~ 0.1	1	1	4	6	3	11	3	6	12	17
5	0.1 ~ 0.5	0	0	5	8	3	11	5	10	2	3
6	> 0.5	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4
	Total	141	100	62	100	28	100	51	100	72	100

South Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0～7.5 Exp. result	7.0～7.5 Ratio (%)	7.6～8.0 Exp. result	7.6～8.0 Ratio (%)	8.1～8.5 Exp. result	8.1～8.5 Ratio (%)	8.6～9.0 Exp. result	8.6～9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace～0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.01 ～ 0.05	**16**	**42**	**18**	**62**	**9**	**90**	**3**	**43**	0	0
4	0.05 ～ 0.1	12	32	4	14	1	10	2	28	0	0
5	0.1 ～ 0.5	7	18	4	14	0	0	2	28	0	0
6	> 0.5	3	8	3	10	0	0	0	0	0	0
	Total	38	100	29	100	10	100	7	99	0	0

以上の表に見るように北方平原土壌においても南方平原土壌においても，Cl′ はその濃度が低い時は pH 価の低いものあれば又高いものもあり，Cl′ の濃度と pH 価との間には一定の関係を見出すことは出来得ない．次に SO_4'' の濃度と pH 価との関係は第42表の如くである．

Table 42. Relation between Concentration of SO_4'' and pH Value

North Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0～7.5 Exp. result	7.0～7.5 Ratio (%)	7.6～8.0 Exp. result	7.6～8.0 Ratio (%)	8.1～8.5 Exp. result	8.1～8.5 Ratio (%)	8.6～9.0 Exp. result	8.6～9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	35	25	4	6	3	11	2	4	6	8
2	Trace～0.01	**89**	**63**	**39**	**63**	**17**	**61**	**32**	**63**	**30**	**42**
3	0.01 ～ 0.05	15	11	12	19	2	7	9	17	18	25
4	0.05 ～ 0.1	2	1	5	8	1	3	3	6	8	11
5	0.1 ～ 0.5	0	0	1	2	5	18	1	2	8	11
6	> 0.5	0	0	1	2	0	0	4	8	2	3
	Total	141	100	62	100	28	100	51	100	72	99

South Plain Soil

No.	Concentration (%)	pH Value 7.0～7.5 Exp. result	7.0～7.5 Ratio (%)	7.6～8.0 Exp. result	7.6～8.0 Ratio (%)	8.1～8.5 Exp. result	8.1～8.5 Ratio (%)	8.6～9.0 Exp. result	8.6～9.0 Ratio (%)	>9.1 Exp. result	>9.1 Ratio (%)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Trace～0.01	15	39	10	34	4	40	1	14	0	0
3	0.01 ～ 0.05	**20**	**53**	**11**	**38**	**5**	**50**	**5**	**71**	0	0
4	0.05 ～ 0.1	3	8	6	21	0	0	1	14	0	0
5	0.1 ～ 0.5	0	0	2	7	1	10	0	0	0	0
6	> 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	38	100	29	100	10	100	7	99	0	0

以上の表に見るように北方平原土壌においても南方平原土壌においても，SO_4'' はその濃度が低いときにも pH 価の高いものあり，又濃度高いときにも pH 価の低いものあり，SO_4'' の濃度と pH 価との間には Cl' の場合と同様に一定の関係を見出し難いのである．

以上の如く塩類の種類及び濃度と反応との関係は極めて密接なものがある．而して北方平原土壌においては塩類の濃度が高ければ反応もまた塩基性が強くなり，塩類の濃度が低ければ反応もまた弱く，塩類の濃度と反応との間には平行的な関係が存在するが，南方平原土壌においては塩類の濃度が高くなれば反応もまた強くなる傾向を有するが，北方平原土壌におけるように明確な関係を見出し得ないのである．南方平原はその原因において述べたる如く，海成沖積層であるがために Cl' 並に SO_4'' はその濃度が大きく，然もこれらの塩類は中性塩類であるから前記の表に見る如く南方平原土壌においては塩類の濃度と反応との間には北方平原土壌におけるように明確な関係を認め難いのである．而して前記の表に見る如く土壌の反応に密接な関係を有するものは CO_3'' と HCO_3' とである．CO_3'' はその存在するかしないかにより明に pH 価に影響を及ぼし，且つ又その濃度大となれば pH 価もまた高くなる．又 HCO_3' はその濃度が低いときは pH 価は低く，その濃度が高くなれば pH 価もまた高くなり，濃度と反応との間には平行的の関係を有するが，反応に対しては HCO_3' より CO_3'' の方がより密接な関係を有している．

更にアルカリ塩類の集積状況は季節によつて変動はあるが，前記の如く 8 月の候においても又10月乃至11月の候においても，100～150cm の土壌断面にあつては，塩類の表層に集積している場合，表層よりも稍下層即ち中層に集積している場合，下層に集積している場合並に土層全体に一様に分布する場合の四種に区別する事が出来る．アルカリ塩類の土壌表層に集積している場合には多くはアルカリ斑を形成しており，一見してアルカリ塩類の存在を認める事が出来るのである．表層より稍下層即ち中層に塩類の集積している場合には，仮令表層に塩類の集積が少くなくても外見的には塩類の集積斑を認め難く，塩類の集積している中層は柱状構造を示し，特に CO_3'' の存在多く，塩基性反応強く，理学的の性質は不良である．[104] 下層に塩類の集積している場合には表層に塩類少ければ草生は良好である．又全層に一様に塩類が分布している場合はその塩類の濃度が大なる時はアルカリ斑を形成し，一見して塩類の存在を認め得るけれども，塩類の濃度が低い場合においてはアルカリ斑を形成することなく植物の生育は良好である．而して以上述べた塩類集積の関係は開墾後における作物の生育状況にも影響し，集積状況の如何によつては或は生育が良好であり，或は不良であり又は不能である．

アルカリ土壌の分類に関してはソ連にあつては土壌中の柱状構造の有無によつて区別し，[109]～[115] その構造のないものを Solonchak となし，その構造を有するものを Solonetz と称している．[116][117][118] 又北米合衆国においては可溶性塩類の乾燥期に地表に析出し白色を呈する場合を白色アルカリ土壌と称し，[3][14][34] 特に炭酸曹達を有し有機物を可溶とし土壌を黒色に染める場合これを黒色アルカリ土壌と称している．[3][14][34] 而してソ連にていう Solonchak と北米合衆国にていう白色アルカリ土壌とは同一条件にあるものと考えられ，又 Solonetz と黒色アルカリ土壌とは相類するものという事が出来る．更に Solonetz 形成の場合に塩基性加水分解作用を受けた土壌をソ連においては Soloth (Solodi) と称している．[76][119][120] 而して Solonchak の中にも全塩類中 CO_3'' の検出せられるものがあり，かかるものは塩基性反応強く純然たる Solonchak とは謂い得ず，Solonchak と Solonetz との中間型又は Solonetz の性質を帯びた Solonchak と称すべきもので，かかる場合には勿論其の下層において柱状の構造を示している．又全塩類中に CO_3'' を

認めずSolonchakと見做しうる場合においても柱状構造を示すものがあり，Solonchak即ち白色アルカリ土壌は柱状構造を有しないとすることは滿洲アルカリ土壌の場合においては実状に合致しない場合がある(114)．又 Solonetz は黒色アルカリ土壌に相当し，炭酸曹達を含有するがために土壌有機物を溶解し，土壌を黒色に染めるのであるが，表面を黒色に染める場合には前記の如く Solonchak と Solonetz との中間型に多くこれを見ることが出来るが，しかし柱状構造は地下に現われ，従つて柱状構造の有るがためにこれによつて Solonetz と称するは当を得たものであるが，前記シバムギモドキの群落地の如きは表面にはシバムギモドキが生育しており，土壌を黒色にするのは柱状構造の生成せられる層においてこれを認めうるものであつて地表よりはこれを認め難いのである．即ち今日迄行われている処のアルカリ土壌の分類は一は土壌の色により，一は構造の有無によつて行われているのであつて，塩類の種類については考慮されているが，濃度，反応との関係並に集積状況，植生作物生育状況等との関係についてはこれらを一括してアルカリ土壌の分類の基準とするに些か等閑に附せられたる嫌がある．

前記の如くアルカリ土壌はその含有する塩類の種類，濃度及び反応の間には密接な関係があり，又その分布集積の状況においても相異があり，これらが植生の上に大きい影響を及ぼし来るのであるが，特に反応の関係においては全塩類中の CO_3'' の有無並にその濃度が最も密な関係を有し，HCO_3' の濃度と反応との間には敢て密な関係がないではないが，其の程度においては CO_3'' のそれに比ぶべくもなく，更に全塩類の含量に至つては特に南方平原土壌においては殆んど反応との関係においてはこれを考慮するの要はないので，アルカリ土壌の分類には CO_3'' の有無多少を以て分類の第一基礎条件とせねばならぬ．即ち CO_3'' の存在する場合には pH 価は8.6以上を示すもの多く，それ以下の pH 価を示すものにおいては仮令 CO_3'' は存在しても，其の濃度は低く植生の上に及ぼすこれが影響を考慮する必要がないのみならず，更に pH 価8.5以下においては CO_3'' の存在しない場合が多い．故にアルカリ土壌は CO_3'' の有無による反応よりみて pH 価8.6以上のものと pH 価8.5以下のものとに先ず大別すべきである．又塩類の集積分布の状況を見るに表層に集積している場合，中層に集積している場合，下層に集積している場合，全層に一様に分布する場合等の別があり，これらは植生の上に密接な関係を有するものであるが故に，これら塩類の集積分布の状況もまた分類の基礎として重要である．今以上の如き新なる考察の下に塩類の種類・濃度及び反応並に集積分布の状況を基礎としてアルカリ土壌の分類を試みると次の如くに分類せられるのである．

(1) 反応によつて区分する；
- (i) pH 価8.6以上のもの　CO_3'' は0.01%以上含有せられ下層に柱状構造を有する．此を強アルカリ性土壌とする．
- (ii) pH 価8.5以下のもの　CO_3'' の含量は0.01%以下であるか，又は CO_3'' を含有しない．柱状構造を有しない．此を弱アルカリ性土壌とする．

(2) 塩類の集積状況によつて区分する；
- (i) 表層に集積する場合　アルカリ斑を形成することが多い．此を明鹹土壌と称する．
- (ii) 中層に集積する場合　アルカリ斑を形成しない．此を暗鹹土壌と称する．
- (iii) 下層に集積する場合　アルカリ斑を形成しない．暗鹹土壌に属する．
- (iv) 全層に分布する場合　塩類の濃度が低い場合は暗鹹土壌に属し，塩類の濃度が高い場合は明鹹土壌に属する．

以上の関係を一層明瞭ならしめるためこれを表示すれば次の如くである．

Table 45. Classification of Alkali Soil

Reaction	Accumulation of Alkali Salts	Kind of Alkali Salts	Typical Plant	Crop Production
(I) Strong alkaline soil pH value is >8.6. Concentration of CO_3'' is over 0.01%.	(i) Light alkali soil (明鹹土壌) Alkali salts apparent on the surface. Concentration of salts is over 1%. It forms alkali spot. Accumulation of salts is limited in surface layer or found in whole layer.	Carbonate Bicarbonate Chloride Sulphate	(a) No plant	Impossible
			(b) Strong salt-resistant plant *Suaeda corniculata* *Pleuropteropyrum sibiricum*	Impossible
Prismatic structure exists in lower layer. Strong alkaline soil is abundant in North Plain and scanty in South Plain.	(ii) Dark alkali soil (暗鹹土壌) Alkali salts unapparent on the surface. Concentration of salts is greater in medium layer than in surface layer. It does not form alkali spot. Accumulation of salts is found in medium layer.	Carbonate Bicarbonate Chloride and Sulphate are scarce.	(c) Weak salt-resistant plant *Aneurolepidium chinense*	Poor or impossible
(2) Weak alkaline soil pH value is <8.5 Does not contain CO_3'' or concentration of CO_3'' is less than 0.01%.	(iii) Light alkali soil (明鹹土壌) Concentration of salts is over 1%, but alkaline reaction is weak. It forms alkali spot. Accumulation of salts is limited in surface layer or found in whole layer.	Chloride Sulphate Bicarbonate is scarce	(d) No plant	Impossible
			(e) Strong and weak salt-resistant plants *Suaeda corniculata* *Pleuropteropyrum sibiricum* *Aneurolepidium chinense*	Poor or impossible
Prismatic structure is not found. To be found in soils of both plains.	(iv) Dark alkali soil (暗鹹土壌) Concentration of salts is less than 0.2%. Accumulation of salts is found in whole layer or lower layer.	Bicarbonate Chloride Sulphate	(f) Plants grow *Stipa baicalensis* *Artemisia sibirica* *Arundinella hirta* var. *ciliata*	Good or poor, impossible

(X) 土壌の性質とアルカリ土壌地帯の農業的利用

滿洲の中央平原は地質学的成因の異るに伴い，北方平原と南方平原とに区別せられ，従つてそこに分布するアルカリ土壌の性質に自ら差異ある事は既に記載した処である．而して北方平原においてアルカリ塩類の影響少く利用し易い地帯は概ね開墾せられている．元来アルカリ土壌は乾燥気候の地帯の低地に出現するもので，土壌の性質上アルカリ土壌地帯は土地改良を行つた後において始めてこれが開発利用の対策を劃すべきである．而して昭和13年における該地帯の調査の結果[121]は，哈爾浜・斉々哈爾間の平原300万町の土地改良を行うに25,000万円の巨額を要すると推算せられるのみならず，同地方は水利の便が乏しいため，これが改良工事は極めて広範な区域に亘つて施行せねばならないという不利を伴うの結果，その緒に就いていないのである．仮りに改良を行うとしても，北方平原のアルカリ土壌は前記の如く全塩類中に CO_3'' を含み，強アルカリに属するものが多いがために，水によつて塩類を流出させようとしても容易に水の滲透を許さないばかりでなく，仮令水の滲透を許しても極めて長時間を要し，灌漑排水によつて土地改良を行うことは極めて長年月を要することは明である[107][122]．

又南方平原のアルカリ土壌地帯は北方平原の夫に比べて塩類の濃度が低いもの多く又反応も概して強くなくて，北方平原における地帯に比べてかなり広範に利用せられてはいるが，尚降雨期に際しては停滞水を見る地方が多いので荒蕪地として放棄せられている処が尠くない．而して南方平原における農家は人口稠密であり戸数多く，1戸当りの耕地面積は狭少で農業の経営は極度に集約的である．気候状態の好条件に恵れ農産物の産出豊かでこれが増収を要請せられる事大なる結果，益々経営は集約化の一途を辿りつつある．即ちアルカリ土壌地帯においては北方平原と南方平原とにあつては独り土壌は其の性質を異にするのみならず，環境要素をもこれを異にし，自然両地帯はその農業的使命において相異るものと謂わねばならない．

北方平原のアルカリ土壌地帯の開発は蘭西県における60年前を最古とし，他は何れも20年乃至30年前程度のものである．農家1戸当りの人口は6人乃至7人で，耕作面積は平均10.7晌(約7.8町歩)[123]である．而して同平原のアルカリ地帯の中心地ともいうべき安達・肇東・肇州の三県につき各県毎に村を単位として其の総面積に対するアルカリ地（茲にアルカリ地とはアルカリ斑即ち明鹹土壌を多く有する地域のことをいう）の面積を其の割合の多い村と少い村とに区分し，夫々経営面積の広狭階級別農家戸数の比率を算出するに，安達・肇東の両県においてはアルカリ地の少い地方も多い地方も共に経営面積に大きな差異を認め得ないが，肇州県においてはアルカリ地の多い地方において経営面積は小であり，そうでない地方において大である[123]．即ち

		<@10ha	@10～50ha	>@50ha
Anta Province (安達県)	A few alkali spots region	36.9%	52.8%	10.3%
	Numerous alkali spots region	37.1	53.5	9.4
Chaotung Province (肇東県)	A few alkali spots region	28.8	49.6	21.6
	Numerous alkali spots region	27.4	53.8	8.8
Chaochou Province (肇州県)	A few alkali spots region	37.7	46.4	15.8
	Numerous alkali spots region	52.3	38.6	9.1

又単位面積当収量をアルカリ地の少い地方と多い地方とにつき，安達・肇東の両県をとりこ

れを比較すると，両地の間に其の面積において大きい差異なく，其の比率相接近しおる安達県においては両地の単位面積当収量に明かな差異は認められないが，両地の比率に相隔りあり多い地方の比率大きな肇東県の如きにおいては，アルカリ地の多く存在する地方は少い地方に比し，20%前後の減収を示している。(123)

		Yield of Crop (Kg per ha)			
		Soy bean	Kaoliang	Millet	Corn
Anta Province (安達県)	A few alkali spots region	476	667	868	763
	Numerous alkali spots region	468	688	859	761
Chaotung Province (肇東県)	A few alkali spots region	680	891	850	810
	Numerous alkali spots region	535	715	680	686

即ちアルカリ地の多少と経営面積との間には余り大きな差異はこれを認め難いが，アルカリ地の多い地方は土地の生産力が劣り，作物の陌当収量は少いにも拘らず，経営面積は寧ろ狭小である．而して斯る地方においては土壌の不良性に基く耕種上の不利を畜産部門の強化によつて或る程度まで補填していると見做されるのである．即ち単位耕作面積当家畜の換算単位数を調査してみると，何れもアルカリ地の面積の多い地方において其の数値は大であり，不可耕地として放置せられている広大なる草地を利用する事により，羊の飼育並に牛馬の生産が行われているのである．この間の関係は次表の如くである。(123)

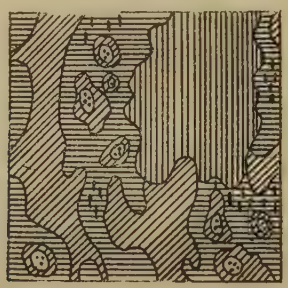
			cattle	horse	mule	ass	sheep	goat	pig	fowls
Anta Province (安達県)	A few alkali spots region	actual number	395	9,073	995	222	2,005	43	8,572	21,494
		exchanged number			10,984 unit				4,292 unit	
		per 1 ha			0.31 unit				0.12 unit	
	Numerous alkali spots region	actual number	1,986	10,195	1,047	269	5,776	454	9,274	18,229
		exchanged number			14,609 unit				4,142 unit	
		per 1 ha			0.46 unit				0.13 unit	
Chaotung Province (肇東県)	A few alkali spots region	actual number	1,429	22,421	4,588	1,111	5,858	387	27,319	51,010
		exchanged number			30.243 unit				11,931 unit	
		per 1 ha			0.18 unit				0.07 unit	
	Numerous alkali spots region	actual number	2,246	21,290	2,375	933	6,843	480	18,570	40,023
		exchanged number			27,843 unit				8,645 unit	
		per 1 ha			0.26 unit				0.08 unit	

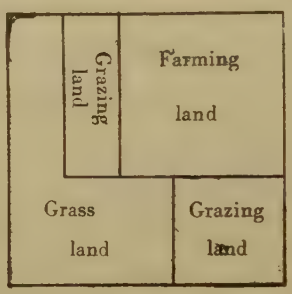
Exchange rates of live stock: {cattle, horse, mule=1 ass=0.5 sheep, goat=0.2
pig=0.25 fowls=0.1

以上の表によつて見る如く，北方平原における営農形態は農耕を主とするよりも寧ろ畜産を主とし農耕を従とするものである．而してこの地方に栽培せられる作物は禾穀類が最も多く，全作付の70～80%を占め，菽荳類9～23%，油料類1～7%，繊維料類1%内外，蔬菜類4～5%で，(123)菽荳類の作付の少く禾穀類の作付の増加はアルカリ土壌地帯の作付の特徴であつて，是一に禾穀類は乾燥に対する抵抗力強く，又アルカリ塩類に対する抵抗力も強いがためである．而して禾穀類においては粟・高粱を最多とし，玉蜀黍・黍・稗の順位において栽培せられ

ているが，是一に前記の理由に基いているのである．しかしながらこれらの作物とて其の収量はアルカリ塩類を殆んど含有しない土壌の夫に比べては少く普通其の70～80%に近い生産を挙げおるのみである．(124) 北方平原は現在未だ未耕地として放置せられている処が極めて広大ではあるが，土地改良を必要とする地帯が尠くないのである．而して土地改良事業は容易ならざる事業であるに鑑み，北方平原地帯におけるアルカリ土壌を自然に与えられたる其の姿において合理的にこれを開発利用するの工夫を凝らす事は緊要なる事である．ここにおいてか土地の改良を俟たずしてこの地を合理的に開発利用するの唯一の途はアルカリ塩類と植物生育との関係につき既に述べた事象に準拠し，所含塩類の種類と濃度及び反応等を予察し，これによりて放牧地・採草地・農耕地としての土地利用の区分を明確にしこれが開発利用の策を樹立するにありと深く信ずるものである．即ち明鹹土壌は所含塩類がその濃度大なる場合においては植物の生育を許さず，従つてこの種の土壌はこれに農作物を栽培する事は不可能であつて耕地として利用する事は出来ない．又同じ明鹹土壌でモウコマツナ，スナヂタデ等の自生する場合のものも，塩類の濃度は仮令前者に比べて少いと言つても，其の濃度は1%内外に達し，pH 価は9.0 内外に及び普通の作物に対しては生育の限度を起えるこれらの指数を示すものなのであるから，耕地としてこの種の土壌もまたこれを利用する事は不可能である．従つて明鹹土壌はモウコマツナ，スナヂタデ等が自生する場合のものも，しない場合のものも共に僅に放牧地として利用し得るに過ぎない．又暗鹹土壌でシバムギモドキが自生する地帯の土壌はその表層における塩類の含量よりは稍下層において其の量が多いばかりでなく CO_3'' の含量も多く，pH 価もまた高いのを普通とする．従つてかかる地帯はこれを開墾すれば下層の不良性は表層に上昇出現し来り，植物の生育を阻害する懼が大きいから，此の種の地帯を耕地として利用することは策を得たものではない．シバムギモドキは普通「羊草」と称せられ，アルカリ土壌地帯における唯一無二の好飼料であるから，同地帯は須らくシバムギモドキの増殖を計り，これをそのまま採草地として利用するを最も得策とする．又弱アルカリ性土壌は pH 価の低いものであるが，塩類の濃度大なるものとそうでないものとがある．前者は明鹹土壌に属しその濃度1%に及び植物の生育はこれを許さず，従つて作物の栽培は不可能で耕地として利用することは出来ぬ．後者即ち塩類の濃度の低いものはその含量0.2%以下であり，pH 価7～8で暗鹹土壌に属し，キバナイトヨモギ，ノゲナガハネガヤ，トダシバ等自生し，濃度並に反応の指数共に農作物の生育限界内にあるので，この種のアルカリ土壌は農耕地として利用することが出来る．又かかる土壌の地帯には木本植物も充分に生育するので植栽地としても利用可能である．以上述べたように塩類と植生との関係を根底として考察した分類に基き，アルカリ土壌地帯の利用を劃し，自然の姿においてこれに適応した農業経営の形態を確定することこそ開発の要請に応うるものであり農民をして安堵定着せしめる所以のものである．今一例として安達県下における一経営に対する土地の利用関係を図示瞭然たらしめれば次の如くである．

南方平原のアルカリ土壌地帯は，その南部は270～280年前，中部は200年前，北部は150年前より開墾されており，1戸当りの経営面積は北部においては広く，南部においては狭く，平均1戸当り2陌内外で，一般に集約的である．而して作付歩合を見るに高粱が一般に多く普通40～50%で多いものは80%に達している．次で作付の多いのは粟・稗等で又地方によつては玉蜀黍の著しい作付を有している所もある．(124) 菽豆類の中，普通の大豆（黄豆）は作付少く普通は6～7%に過ぎない．多いものは20%に達する処もあるが，元来大豆は耐塩性・耐湿性が強くないから，輪作上の重要作物としては他に抵抗力の比較的に強い黒豆又は秣食豆等が栽培されており，(124) 尚棉花，蓖麻のような特用作物も僅に栽培されている．即ち南方平原のアルカリ土壌地帯においては各作物を適当な割合に按配耕作する事が出来ず，最も安全に収穫を挙げ得られる作物即ち耐塩性の比較的に強い高粱・粟・稗等の作付が多くなつているのが特異点である





Arundinella hirta TANAKA var. *ciliata* KOIDZUMI（トダシバ）

Stipa baicalensis ROSHEVITZ（ノゲナガハネガヤ）
Artemisia sibirica MAXIMOWICZ（キバナイトヨモギ）

Do. with *Aneurolepidium chinense* KITAGAWA（シバムギモドキ）

Aneurolepidium chinense KITAGAWA（シバムギモドキ）

Suaeda corniculata BUNGE in alkali spot.（モウコマツナ）

Text-fig 4. Plant Growth and Utilization of Land.

が，作物の種類から見れば極めて少数なのである．又南方平原においては夏季降雨のため屢々水害を蒙り，アルカリ塩類の被害と共に水害もまた極めて甚しい被害を与えるものである．(124) 従つて農家経済を豊にし民心を安定せしむるためには多角的に農家営農形態を導く事が必要である．南方平原のアルカリ土壌地帯はその成因より見て塩化物・硫酸塩の存在多く，炭酸塩は極めて少く，且つ又土性は砂土に属するものが多いので，土壌中の塩類は灌漑排水によつて容易に除去する事が出来る．而して南方平原の中央には遼河が北より南に貫流しているから，この遼河の水を利用すれば塩類の除去と同時に水稲の栽培は極めて容易であり且つ又有利である．何となれば水稲は酸性媒基において其の生育良好であるが，(79)(101) アルカリ塩類に対しても抵抗力強く，従つてアルカリ土壌においてもその栽培可能な作物であると共に，前記の如く南方平原土

壌のアルカリ塩類は塩化物・硫酸塩で，その濃度が大であつても反応より見れば一般に pH 価低く且つ又遼河の水利が便であるので揚水を行い灌漑排水を容易ならしめることが出来，又南方平原土壌は砂質であるため除塩も容易に短期間に行う事が出来ると思われるからである。(122) 従つてこの地帯の水田造成は甚だ有利ではあるが，水田造成を行う事が出来ない場合には，アルカリ土壌地帯において水に対し抵抗力の強いケナフの栽培を行わしめ，以て経営を多少でも多角形たらしめる事が緊要である。

元来ケナフは高温を必要とする作物で，満洲においても生育期間の長い地方が栽培に適しているのである。即ち満洲においては気象条件より見て，ケナフの栽培は南満に行われているが，麻袋の自給自足の要求よりケナフの栽培面積の北進を余儀なくせられ，試作的見地より満洲の中部及び北部においても僅少ながら栽培せられた。しかしながらケナフの繊維の調製をなすに当り，中部或は北部においては気温の関係上ケナフ収穫後直にこれを行う事は困難で，特別の設備をしない限り繊維の調製は翌年行わねばならぬ不便がある。従つてケナフの増産を行うには南満に於てより重要性を有するのである。南方平原のアルカリ土壌地帯は夏季降雨に際し河川が氾濫したり，或は圃場の排水不良によつて作物が水に浸漬せられる事が多いが，かかる場合にもケナフは最後までその生育を維持し，地温の低下その他の事情によりて生育は劣るとも，ケナフの流出しない限り収穫皆無となるような事は殆んどない。(122) 勿論ケナフもその幼植物の間は耐水性が強いという事は謂い得ないが，生育の進むにつれて水に対する抵抗性が大となり，且つ又アルカリ塩類はケナフの生育に影響を及ぼすが，アルカリ土壌地帯においては他の作物と同様80%位の収穫をなす事が出来，又土壌の反応も塩基性の場合にも生育収量共に良好で，充分な生育を遂げ得るのである。(102)(103)

アルカリ土壌の改良は灌漑排水を必要とするものであり，前記の如く南方平原においては造田し得る面積はかなり広大であるが，地形が平坦で貯水池を造ることは困難であり，何れも河水を揚水することによつて灌漑を行わねばならぬのであり，従つて充分に水が得られぬ場合にはケナフのその特性を利用し，且つ又停滞水のあるような圃場において他の作物の栽培地に抵触しない処を利用し得られる事がケナフ栽培の特徴でもある。(103) 勿論ケナフは特用作物であるが故に，アルカリ土壌地帯と雖も全部をこれが栽培に充填する事は不可能で，前記の如く作付歩合より見てもある限度がある。しかしながら何れにしても作物の種類を増加する事は経営上又経済上有利な事であつて，これにより収入を増加せしめ農家の生活を安定させる事が出来るのである。

以上の如く満洲アルカリ土壌地帯にあつては，北方平原と南方平原とはその地質学的成因を異にし，従つてそこに出現するアルカリ土壌中の塩類の種類・濃度・反応に差異があると共に，農業的見地よりして特異な事情にあるが故に，各これに適応する手段方策を講ずるという事は絶対に必要な事であると信ずるものである。

(XI) 摘　　要

以上記載する処のものはこれを要約すれば次の如くである。

土壌の生成は各種の因子の総和によつて結果せられるものであるが，気候の影響を蒙ることは極めて大である。満洲における気候は所謂大陸的気候であるが，土壌の生成に極めて密接な関係を有しており，ために満洲の土壌を取扱う上に気候的土壌型なるものを無視することは出来得ない。

気候的土壌型をなす土壌はこれを石灰質土壌と鉄礬土質土壌とに大別することが出来，これらは地域的に年降水量 600mm を以て境している．

鉄礬土質土壌は満洲の東半部より北部に亘つて分布し，北方より南方に向つて灰白土壌・森林褐色土壌・テラローザ等が出現する．鉄礬土質土壌の局部土壌をなすものに，排水不良の場所に沼沢土壌・湿草地土壌が出現し，これらは満洲東部及び北部の湿地を形成している．又石灰岩上には石灰腐植土壌が出現する．

石灰質土壌は満洲の西半部に分布し，黒色土壌・栗色土壌が出現する．石灰質土壌の局部土壌をなすものにアルカリ土壌がある．アルカリ土壌地帯は乾燥気候の下において低地に出現する．従つて満洲西半部の湿地と東部並に北部の湿地とは自らその性質を異にしている事は明である．

満洲中央平原におけるアルカリ土壌地帯は哈爾浜・大連・王爺廟及び富海を結ぶ二辺の長大なる菱形の中に大方は抱擁せられる．尚呼倫貝爾地方にもアルカリ土壌地帯は存在するが，気候が乾燥していて農業的意義も相異るのみならず，その面積は大きくないと想定せられるので，本報告の中には呼倫貝爾地方のアルカリ土壌については論及していない．

満洲中央平原は黒遼分水嶺によつて南北に二分せられ，北方平原は哈爾浜・斉々哈爾の線を中心とする平原であるが，この北方平原は更に安達を中心とする地域と，嫩江・洮児河を中心とする地域の二つに分つ事が出来，又南方平原は新民を中心とする原野である．

北方平原は洪積期における黄土の堆積の層であつて第四紀古層に属するが，松花江・嫩江・洮児河等の諸河川の流域には河成沖積層がある．南方平原にも黄土は分布するけれども，地殻の降下上昇により海成沖積層が主要な部分を形成し，その間遼河流域には河成沖積層がある．即ち河成沖積層を除けば北方平原は第四紀古層土壌であり，南方平原は第四紀新層海成沖積土壌であつて，地質学的成因を異にしているのである．

北方平原は北部に標高高く，南部に向うに従い標高を減じており，南方平原においてもまた同様にその平原は北部より南部に向つて標高を減じている．

北方平原土壌の土質は表層土下層土共に埴土に属するものが多いが，南方平原土壌においては表層土下層土共に砂土に属するものが多い．この土性の差異は地質学的成因と関係を有する．尚両平原共地域により土性に多少の差異がある．北方平原においては北より南へ，更に西より東へと土性は次第に埴土的傾向を招来している．又南方平原は北部並に遼河沖積の影響を受ける地域においては埴土的傾向を示す．

アルカリ塩類の濃度について見るに，塩類の濃度の低いものが高いものより一般にその分布広く，特に北方平原より南方平原の方においてこの傾向が大である．塩類の濃度の高いものは表層土に多く，この種のものは南方平原より北方平原の土壌に多い．

北方平原土壌においては CO_3'' を含有しないものは31～36%であるが，南方平原土壌にあつては54～100%を示し，南方平原土壌には CO_3'' を含有しないものが極めて多い．北方平原土壌における CO_3'' は表層土にその濃度の高いものが多く，下層土には濃度の低いものが多い傾向があるが，南方平原土壌では濃度の低いものが僅に表層土に認められるに過ぎない．

北方平原土壌においても南方平原土壌においても HCO_3' を含有しないものはなく，然もその濃度は0.01%以上である．而して両平原土壌何れにおいても濃度の低いものは下層土に多く，濃度の高いものは表層土に多い傾向がある．

北方平原土壌においても南方平原土壌においても，Cl' を含有しないものはないが，北方平

原土壌においては0.01%以下のような濃度の低いものが比較的多いに拘らず，南方平原土壌においては此のような濃度の低いものは無い．而して北方平原土壌においても南方平原土壌においても0.01～0.05%のものが最も多い．北方平原土壌における Cl′ の濃度の限界は一般に低く，南方平原土壌においてはその限界は一般に高い．

北方平原土壌には SO_4'' を含有しないものがあり，又 SO_4'' を含有するものにおいても0.01%以下のような濃度の低いものが多い．南方平原土壌においては SO_4'' を含有しないものはなく，SO_4'' を含有するものにあつては0.01～0.05%のものが多い．SO_4'' は Cl′ と同様に北方平原土壌より南方平原土壌においてその濃度は一般に高い．

pH 価は両平原土壌何れもその低いものが一般に多い．北方平原土壌にあつては 9.1以上を示すものが存在するが，南方平原土壌にあつては9.1以上のものはない．一般に pH 価の限界は北方平原土壌に高く，南方平原土壌において低い．

アルカリ塩類の種類・濃度及び反応は地域によつて差異があるが，これらの差異は標高より見るに地形によつてこれを生ずるものであるということが出来る．

植生と塩類との関係は極めて密接である．モウコマツナ・スナヂタデ等の生育する処は塩類の濃度高く pH 価もまた高い．シバムギモドキの生育地は塩類の集積は表層土よりも稍下層に多く且つ CO_3'' が多いため pH 価が高い．ノゲナガハネガヤ・キバナイトヨモギ・トダシバ等の生育地は塩類の含有量少く反応もまた弱い．林地は中性に近く塩類も少い．

作物の生育に影響を及ぼすアルカリ塩類の濃度は 0.2%が限界であることは今日迄発表された結果と一致する．塩類の濃度と共に塩類の集積状況が作物の生育に影響を及ぼす．塩類の集積状況には4種あるが表層に塩類が集積している場合には作物の生育は不能であり，中層に集積する場合は作物の生育に適せず，仮令生育しても不良である．又下層に集積する場合は20cm 以下であれば作物の生育は不良であり，40cm 以下に集積すれば作物の生育は良好である．塩類が全層に分布する場合にはその濃度が0.2%以下であれば作物は生育するが．0.2%以上であればその濃度により或は不良となり或は不能となる．

アルカリ塩類の濃度と pH 価との関係は，北方平原土壌においては塩類の濃度高くなれば pH 価もまた高くなるが，南方平原土壌においてはかかる関係は北方平原土壌における程明確ではない．CO_3'' の有無並にその濃度は pH 価に影響を及ぼす事大きく，CO_3'' の濃度が 0.01%以上であれば pH 価は 8.6 以上を示し，又 CO_3'' が 0.01% 以下であるか或は CO_3'' が含有せられない時には pH 価は 8.5以下を示す．HCO_3' もその濃度が高ければ pH 価も高く，濃度が低ければ pH 価も低く CO_3'' と同様に濃度と pH 価とは平行的の関係を有する．Cl′ と SO_4'' とは夫等の濃度と反応との間には一定の傾向を認め難い．

今日迄行われているアルカリ土壌の分類はその色或は構造の有無によつて行われているが，塩類の種類・濃度・反応並に植生作物の生育状況，塩類の集積状況等の関係が明確でない為に，著者は茲に反応と塩類の集積状況並にこれらの関係によりアルカリ土壌を分類表示して新分類法を提唱せんとするものである．

北方平原における農業経営の形態は主畜従農なる事が必要である．而して北方平原は植生によつて土地の利用区分を合理的にすることが簡易に行う事が出来る．南方平原の農業経営の形態は甚だ集約的であるから，作物の種類を増加せしめ，その多角形態を更に一歩前進せしめる事が必要である．

要するに本論文は，滿洲の土壌は気候条件によつて影響を受けること甚しく，気候乾燥の地

にアルカリ土壌が出現し来るのであるが，このアルカリ土壌地帯は地殻の変動によりて二分せられ，北方平原と南方平原とに区別せられ，これら両平原は地質学的成因を異にし，従つてそこに出現するアルカリ土壌の土性・塩類の種類・濃度・反応等に差異を来すのであるから，これによつて新なるアルカリ土壌の分類を行うと共に，北方平原と南方平原の農業的使命にも自ら差異があるので，それ等各土壌の性状に適合した方法により，一は植生と塩類との関係を基礎として土地利用の区分を簡易明確ならしめ，一はケナフ栽培の推奨により集約的な農業経営の多角化を図り，アルカリ土壌の改良を行わず自然の姿でこれらアルカリ土壌地帯の開発利用の道を考究し以てその農業的使命を遂行すべき方策を論述したものである．

(XII) SUMMARY

Soil formation results from the sum of many kinds of factors and is much affected by the climate. The climate in Manchuria is a so-called continental climate and is closely connected with soil formation, so we can not disregard the climatic soil type in the study of soils in Manchuria.

Soils which make climatic soil types are classified into two groups, Pedocals and Pedalfers, and these soils border on the region which has an annual rainfall of 600 mm.

Pedalfers are distributed in the middle area of the eastern and northern parts of Manchuria. Podsol, Forest brown soil and Terra rossa are developed from north to south. Bog soil and Meadow soil are intrazonal soils of Pedalfers and develop in the places of poor drainage. These soils form the marsh in the eastern and northern parts of Manchuria. Then Rendzina appears on the limestone.

Pedocals are distributed in the middle of the area of the west part of Manchuria ; Chernozem and Chestnut soil develop in the western part of Manchuria. Alkali soil belongs to the intrazonal soil of Pedocals. An alkali soil region appears in the low land of an arid climate. Therefore it is clear that the properties of marsh soils which appear in the middle area of the western part or in the eastern and northern parts of Manchuria are naturally different.

The alkali soil region in the central plain of Manchuria is included in a diamond-shaped area, which has two long sides connecting Haerpin, Talien, Wangyehmiao and Huhai as shown in Fig. 1. Moreover there is also an alkali soil region in Hulunpeier, but its alkali soil is not referred to in this report, since it is supposed that the climate of Hulunpeier is not only arid, but also of little agricultural value as the area of its region is not so wide.

The central plain of Manchuria is divided into two parts of the north and the south area by the Heiliao watershed. As the north plain is the area which centers round the line connecting Haerpin and Tsitsiharh, this north plain is further subdivided into two parts. One is a region which centers in

Anta, the other is a region which centers in the Nanchiang River and the Taoerhho River. The south plain is the area centered in Sinmin.

Though the soil of the north plain is an accumulation of Loess in the Diluvial Age and belongs to Diluvial formation, soil at the basin of many rivers, such as the Sungari River, the Nunchiang River and the Taoerhho River, belongs to Alluvial formation. As Loess is distributed also in the south plain, the principal part of the soil of the south plain is shaped from Marine Alluvial formation, and Alluvial formation is distributed in the basin of the Liaoho River. Namely excepting Alluvial formation, the soil of the north plain is Diluvial and that of the south plain belongs to Marine Alluvial soil, so both plains are different in geological origin.

The altitude of the north plain is high in the north part and toward the south part it is decreased. In the south plain the altitude is decreased from the north to the south part as in the north plain.

As to the soil class of the north plain soil, both surface soil and subsoil are mostly clay while in the south plain, both soils are sandy as shown in Fig. 2. This difference of soil class is connected with its geological origin. Moreover there are some regional differences in soil class in both north and south plains. In the north plain from north to south and also from west to east, the soil class brings about a clay soil tendency. In the south plain the soil class produces a clay soil tendency at the area of the north part of the plain and also at a part where it exerts influence upon alluvium from the Liaoho River.

As regards the concentration of alkali salts, the frequency of occurrence of low concentration of salts is generally greater than that of high concentration, and especially this tendency of distribution of alkali salts is much more pronounced in the south plain than in the north plain. The distribution of high concentration of salts is much more frequently found in the surface soil, and this kind of distribution is much more often met with in the north plain soil than in the south plain soil.

In the north plain soil, the percentage of soils that do not contain CO_3'' is 31–36%, while in the south plain soil 54–100%, so that in the latter many of the soils do not contain CO_3''. The distribution of high concentration of CO_3'' is usually found in the surface soil and that of low concentration in the subsoil in the north plain soil, while in the south plain soil the distribution of low concentration can be seen only in the surface soil.

In both north and south plain soils there are no soils that do not contain HCO_3', and its concentration is higher than 0.01%. And in both north and south plain soils the distribution of low concentration is generally seen in the subsoil, while that of high concentration is seen in the surface soil.

As in both north and south plain soils there are no soils that do not contain Cl', in the north plain soil the distribution of low concentration less than 0.01% is common, but in the south plain soil such low concentration can not be seen. And in the north and south plains, soils that have concentration such as 0.01–0.05% are predominant. The limit of concentration of Cl' is generally low in the north plain soil, but in the south plain soil it is generally high.

In the north plain, there are some soils that do not contain SO_4'' and even if soils actually contain it, soils that have low concentration such as less than 0.01% are predominant. In the south plain there are no soils that do not contain SO_4'', and when soils contain it, they mostly have concentration of 0.01–0.05%. The concentration of SO_4'' as well as Cl' is generally higher in the south than in the north plain soil.

The pH value in both plain soils is generally low. In the north plain soils, some of them show pH value higher than 9.1, while in the south plain soils none indicates such a high pH value. Generally the limit of pH value is higher in the north than in the south plain soils.

There are regional differences in the kind, concentration, and reaction of alkali salts, and these differences are dependent upon the topography from the altitude point of view.

The relation between plant growth and alkali salts is very intimate. Soils in which *Suaeda corniculata* BUNGE and *Pleuropteropyrum sibiricum* grow have a high concentration of salts and a high pH value. In regions where *Aneurolepidium chinense* KITAGAWA grows the accumulation of alkali salts is greater in the layer slightly below the surface, than in the surface soil; and owing to much inclusion of CO_3'', the pH value of soils is very high. In places where *Stipa baicalensis* ROSHEVITZ, *Artemisia sibirica* MAXIMOWICZ and *Arundinella hirta* TANAKA var. *ciliata* KOIDZUMI grow, the content of alkali salts is scanty and its reaction is also weak. The reaction of salts of the forest area is nearly neutral and the salt content is scarce.

The limit of concentration of alkali salts which have influence upon the crop production is 0.2%, which agrees well with the results hitherto reported. The accumulative condition of alkali salts as well as their concentration has influence upon the crop production. There are four kinds in the accumulative condition of alkali salts. In the case of the accumulation of alkali salts on the surface, crop production is impossible. In the case of the accumulation of alkali salts in the middle layer, crop production is unsuitable, and even if crop is produced, its production is very poor. And in the case of the accumulation of alkali salts in the lower layer, if its accumulated layer exists below 20cm, crop production is favourable. In the case of the distribution of alkali

salts in the whole layer, if the concentration is lower than 0.2%, crop production is suitable, and if higher than 0.2%, owing to its concentration, crop production is unsuitable or impossible as shown in Fig. 3.

Regarding the relation between the concentration of alkali salts and the pH value in the north plain soils, both of them vary parallel to each other, while in the south plain soils, such relation is not so definite as in the former. The existence of CO_3'' and its concentration exert much influence upon the pH value of soils. In the case where the concentration of CO_3'' is more than 0.01%, the pH value indicates more than 8.6, and when the former is less than 0.01% or is trace, the latter less than 8.5. The relation between the concentration of HCO_3' and pH value is the same as in the case of CO_3''. However, a definite tendency can not be recognized in the relation between the concentration and the reaction of Cl' and SO_4''.

The classification of alkali soil has been based thus far on the colour and the presence of structure in it, but the relations between the kind, concentration, reaction of salts, the plant growth, the crop production and the condition of accumulation of salts are quite variable, so the author proposes herewith a new method of classification of alkali soil as shown in Table 45.

The type of the agricultural management in the north plain should be primarily that of animal husbandry, and farming secondary. Since the north plain as clearing land is very wide and is fitted for cultivation, it is very important to make use of this land according to sections, which can be made easily by the plant growth condition as shown in Fig. 4. As the type of agricultural management in the south plain is very intensive, the increase of kinds of crops and the further advancement of diversification will be necessary.

Summarizing this thesis it is stated that soils in Manchuria are influenced much by climatical condition, the alkali soil develops in the arid climatic region, the alkali soil region is divided into two parts such as the north plain and the south plain by the difference in change of the earth's crust, and both plains are also different in geological origin. Therefore the soil class, kind, concentration and reaction of alkali salts are different. Owing to these different conditions we can classify newly the alkali soil. Agricultural management, therefore, should be determined according to the sectional utilization of land in each plain. In the north plain the section of land utilization as the clearing land is definite and easily done by the fundamental relation between the plant growth and alkali salts, whereas in the south plain by the improvement of cultivation of "Kenaf" (*Hibiscus* in Malvaceae) the type of the intensive agricultural management is promoted to be diversified. The plan to achieve agricultural mission in both plains should be carried out on natural alkali soils

and not on improved soils as is known by studying thus the exploitation of these alkali soil regions.

(XIII) 引 用 文 献

(1) 鈴木重礼 1921. 土壌生成論.
(2) 大工原銀太郎 1935. 土壌学講義, 上巻.
(3) Joffe, J. S. 1936. Pedology.
(4) Glinka, K. D. 1914. Die Typen der Bodenbildung.
(5) Glinka, K. D. 1927. The great soil groups of the world and their development.
(6) Ramann, E. 1911. Bodenkunde.
(7) Ramann, E. 1928. The evolution and classification of soils.
(8) Neustruev, S. S. 1927. Genesis of soils, Russian Pedol. Invest. III. Acad. Sci. U S.S.R.
(9) Stebutt, A. 1930. Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde.
(10) Blank, E. 1928. Lehrbuch der Agrikulturchemie. Teil III, Bodenkunde.
(11) Harrasowitz, H. 1920. Laterit. Fortschritte der Geologie und Paleontologie, Bd. IV, 14,
(12) Jenny, H. 1928. Relation of climatic factors to the amount of nitrogen in soil. J. Amer. Soc. Agr. **20**: 910-12.
(13) Shaw, F. 1932. A soil formation formula. Proc. & Papers IInd. Intern. Cong. Soil Sci. V: 7-14.
(14) Kellog, C. E. 1936. Development and significance of the great soil groups of the U. S. Mis. Bull. 229.
(15) Glinka, K. D. 1927. Dokuchaiev's ideas in the development of Pedology and cognate Science, Russian Pedol. Invest. I, Acad. Sci. U. S. S. R.
(16) Laatsch, W. 1938. Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden.
(17) Lang, R. 1920. Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde.
(18) Stostakovich, V. B. 1932. Versuch einer Zusammenstellung der Bodenformation mit den Klimabedingungen. Proc. & Papers IInd. Intern. Cong. Soil Sci. 215-22.
(19) Stremme, H. 1926. Grundzüge der praktischen Bodenkunde.
(20) Wiegner, G. 1926. Boden und Bodenbildung.
(21) Schucht, F. 1930. Grundzüge der Bodenkunde.
(22) Blank, E. 1929-30. Handbuch der Bodenlehre. I, III.
(23) Wolfange, L. 1930. The major soil division of U. S. A.
(24) Gedroiz, K. K. 1929. Der adsorbierende Bodenkomplex.
(25) Krische, P. 1928. Bodenkunde und andere kartographische Darstellungen der Faktoren der landwirtschaflichen Produktion verschiedener Länder.
(26) Matthei, A. 1932. Einfluss von Oberflächengestaltung, Klima und Vegetation auf die Verbreitung der Bodentypen in Chile. Proc. & Papers IInd. Intern. Cong. Soil Sci. V: 84-90.
(27) Tamm, O. 1922. Die Boden Schwedens, Die Ernährung der Pflanze, **XXVIII**, Heft 17: 297-302.
(28) Behrend, F. und Utescher, K. 1930. Einige Bodentypen aus verschiedenen Klimagebieten des südlichen Afrika, Zeit. Pfl. Düng. Bodenk. A, **29**: 175.

(29) Jenny, H. 1929. Klima und Klimabodentypen in Europa und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Bodenkundliche Forschungen, Bd. **1**: 139–189.

(30) Norton, E. A. and Winters, E. 1932. Pedological aspects of the genesis and morphology of Illinois soils. Proc. and Papers IInd. Intern. Cong. Soil Sci. V: 91–96.
Leighton, M. M. and Macchintock, P. 1932. 97–112.
Allen, V. T. 1932. 113–117.
Bray, R. H. and de Turk, E. E. 1932. 118–131.

(31) Miller, J. F. and Brown, I. C. 1938. Observations regarding soils of Northern and Central Mexico. Soil Sci. **46**: 427–51.

(32) Stremme, H. 1928. Die Verbreitung der Klimatischen Bodentypen in Deutschland, Branca Festschrift, 16–75.

(33) Penck, A. 1910. Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage. Sitz. Ber. Preuss. Akad. Wiss., Berlin, 236.

(34) Russell, J. 1937. Soil Conditions and Plant Growth.

(35) Hilgard, E. W. 1893. Einfluss des Klimas auf Bildung Zersetzung des Bodens. Heidelberg.

(36) Hilgard, E. W. 1914. Soils.

(37) Coffey, G. N. 1912. A study of the soils of the U. S., U. S. Dep. Agr. Bur. Soil Bull. 85, 114.

(38) Lang, R. 1915. Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. Intern. Mitt. Bodenk. **5**: 312–16.

(39) Meyer, A. 1926. Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa, Chemie der Erde, 209–347.

(40) Marbut, C. F. 1928. A scheme for soil classification. Proc. and Papers Ist Intern. Cong. Soil Sci. IV. 1–31.

(41) Vilensky, D. G. 1927. Concerning the principles of a genetic soil classification. Contribution to the study of soils of Ukraina, 6, 129–151.
Kliarkov, U. S. S. R.

(42) Comber, N. M. 1929. An introduction to the scientific study of the soil.

(43) 関東州観測所 1934. 満洲気象報告.

(44) 満鉄哈爾浜事務所 1933. 北満洲気象報告.

(45) 満洲国中央観象台 1936～38. 満洲気象年報.

(46) 三宅康次，田町以信男 1934. 気候的土壌型より見たる本邦北部の土壌. 日本学術協会報告，**9**巻4号.

(47) 三宅康次，田町以信男 1934. 北日本の気候的土壌型. 熱帯農学会誌，**6**巻3号， 270～281.

(48) 三宅康次，田町以信男 1927-29-30. 北海道における所謂鉱質酸性土壌の性状及び成因に就て 土壌肥料学雑誌，**1**巻2号；**4**巻3号. 4号；札幌農林学会報，87号.

(49) 三宅康次，田町以信男 1936. 北部日本における土壌断面研究. 土壌肥料学雑誌，**10**巻補冊.

(50) 三宅康次，田町以信男 1938. 酸度の垂直分布による灰白土の三型と其の成因. 日本学術協会報告，**13**巻4号：605–607.

(51) 池田実，金田幸広 1934. 山陰地方における黒母雲片岩の風化過程について. 土壌肥料学雑誌，**8**巻1号 19～36.

(52) 川島禄郎 1937. 西南日本の太平洋沿岸における土壌の風化型式について. 土壌肥料学雑誌，**9**巻：171～79.

(53) 渋谷紀三郎 1922. The Laterite soils of Romosa Island. Soil Sci. **13**: 425-31.
(54) 川島祿郎 1938. 満洲国の土壌型について. 日本農芸化学会誌, 165号: 737～42.
(55) 突永一枝, 渡辺改治 1936. 関東州内の Terra rossa について. 土壌肥料学雑誌, **10**巻1号: 76～94.
(56) 池田実 1937. 満洲における各種土壌型土壌の蓚酸アンモニア処理について. 公主嶺農試研究時報, 21号: 53～73.
(57) 川島祿郎 1938. 満洲国の土壌型について. 日本農芸化学会誌, 164号: 599～606.
(58) 突永一枝, 池田実, 渡辺改治 1937. 満洲国の土壌型に関する研究. 公主嶺農試研究時報, 29号: 17～72.
(59) 突永一枝, 渡辺改治 1934. 吉林省張広才嶺中の森林灰白土化酸性土壌について. 公主嶺農試研究時報, 13号: 65～85.
(60) 突永一枝, 渡辺改治 1937. 烏吉密河附近青雲嶺及黄松甸附近威虎嶺中のポッドゾル土壌について. 公主嶺農試研究時報, 19号: 113～19.
(61) 突永一枝 1934. 満洲里及海拉爾附近の栗色土壌について. 公主嶺農試研究時報, 13号: 29～40.
(62) 突永一枝, 渡辺改治 1937. 興安南省科爾泌右翼後旗蘇鄂公府附近の栗色土壌. 公主嶺農試研究時報, 19号: 121～24.
(63) 小原博一 1937. 王爺廟附近における乾燥草原土壌について. 公主嶺農試研究時報, 24号: 69～81.
(64) 村上桃二 1942. 満洲における土地利用状況. 興農 **4**巻 2号: 122-33.
(65) 満洲産業概観 1939.
(66) 満洲経済全集. 農政篇, 64.
(67) 北満経済調査所. 北満の農業, 137.
(68) Harris, F. S. 1920. Soil Alkali.
(69) Harris, F. S. 1915. Movement of soluble salts with the soil moisture. Utah Agr. Exp. St. Bull. 139: 119-124.
(70) Catlin, C. N. 1926. Character of the ground water resources of Arizona. Arizona Agr. Exp. St. Bull. 114.
(71) Joffe, J. S. and McLean, H. C. 1924. Alkali soil investigation.
I. A consideration of some colloidal phenomena.
II. Origin of alkali soils, physical effects of treatments.
III. Chemical effects of treatments.
IV. Chemical and biological effects of treatments.
Soil Sci. **17**: 395-409; **18**; 13-30, 133-149; 237-251.
(72) Herke, A. 1929. Die Amelioration der kalk- und sodahaltigen Szikböden. Trans. IInd Comm. and Alkali subcom. Intern. Soc. Soil Sci.
(73) de' Sigmond, A. A. G. 1929. Hungarian alkali soils and methods of their reclamation.
(74) Vilensky, D. G. 1928. Some data about alkali soils of Russia. Soil Research No. 1: 50-66.
(75) Thorp, J. and Hseung, Y. 1936. The nature of a young solonetz from Champeihsien, Chahar, North China. Soil Bull. **15**: 5-17.
(76) Hseung, Y. 1936. A preliminary study on salted soils in China. Soil Bull. 15: 21-45.
(77) Thorp, J. 1936. Geography of the soils of China.
(78) 興亜院北支連絡部. 1941. 北支塩土問題.
(79) 渋谷紀三郎 1911. 台湾亜爾加里土壌調査報告.
(80) 満鉄調査部 1937. 北満洲の土壌. 北満産業資料, 12号.

(81) 遠藤隆次 1940. 満洲の地質及び鉱産. 7：17～18.
(82) 新帯国太郎 1930. 満洲の地系. 日本地理大系満洲篇.
(83) 池田実，渡辺改治 1938. 満洲におけるアルカリ及びアルカリ土塩類含有土壌に関する研究. 第1報. 浜江省安達の土壌について. 土壌肥料学雑誌，12巻2号：183～94.
(84) 池田実 1938. 同上. 第2報. 満洲の黄土について. 公主嶺農試研究時報，25号：31～42.
(85) 池田実 1939. 同上. 第5報. 浜江省管内のアルカリ土壌について. 公主嶺農試研究時報，28号：69～118.
(86) Gedroiz, K.K. 1926. Chemische Bodenanalyse. 157-63.
(87) 中井猛之進 1935. 東亜植物. 112～39.
(88) 大賀一郎 1931. 満洲の植生状態と植物分布. 岩波生物学講座.
(89) 北川政夫 1939. 満洲国植物考.
(90) 満洲国亜爾加里地帯調査報告. 1939. 76～83.
(91) 高橋基生 1940. 北部東亜大陸を一括せる植物生態学的概見. 地理学，8巻1号：49～79；2号：35～41；3号：8～22.
(92) 竹内亮 1939. 浜江省西部アルカリ土壌地帯植物調査概報. 大陸科学院彙報，3巻 1号：20～26.
(93) 竹内亮 1939. アルカリ地帯調査団顧問班報告. 4～31.
(94) 竹内亮 1939. 北満浜江省西部アルカリ土壌地帯植物生育相概観. 植物及動物，7巻 4号：43～52 (709～716)；6号：49～56 (1049～1056).
(95) 竹内亮 1941. 浜江省西部肇東安達県を主とするアルカリ地帯の林産. 実験林時報，3巻 3号：351～73.
(96) 館脇操 1939-40. 満洲における植物の分布と農林業.
札幌農林学会報，147号：355-370, 1939；150号 91～126；152号 294～343, 1940.
農業及園芸，15巻 1号：72～78；2号 477～485, 1940.
(97) 公主嶺農事試験場 1914-28. 亜爾加里試験成績.
(98) 公主嶺農試彙報 1925. 21号.
(99) 宍永一枝 1939. 亜爾加里土壌論. 20～30.
(100) 満洲亜爾加里地帯調査報告. 1939. 249～358.
(101) 三宅康次 1913. Influence of the salts common in alkali soils upon the growth of rice plants I-V, Bot. Mag. Tokyo, No. 321, 173-183；No. 322. 193-274；No. 323, 224-227；No. 324, 268-270；No. 325, 1-4；J. Biol. Chem. 16：(2), 235-263.
(102) 池田実，稲留帯刀，星加敏幸 1941. ケナフの植物栄養学的研究. 第4報. アルカリ地におけるケナフの増産について. 公主嶺農試研究時報，37号：53～66.
(103) 池田実 1942. 洋麻（ケナフ）増産に関する二三の試験. 興農 3巻 2号：43～57.
(104) 大杉繁 1942. 一般土壌学. 365～69.
(105) 池田実，星加敏幸 1940. 満洲におけるアルカリ及びアルカリ土塩類含有土壌に関する研究. 第8報. 植生とアルカリ塩類との関係. 公主嶺農試研究時報，33号：49～59.
(106) 谷島信一，平島徹 1943. 北満亜爾加里土壌における作物の生育について. 土壌肥料学雑誌，17巻 2号：59～63.
(107) 池田実，星加敏幸 1941. 満洲におけるアルカリ及びアルカリ土塩類含有土壌に関する研究. 第11報 土壌の構造について. 土壌肥料学雑誌，15巻 9号：525-534.
(108) 横田廉一，伊藤堪雄 1941. アルカリ塩類に対する大豆品種間の抵抗力の差異について. 公主嶺農試研究時報，32号，37号.
(109) de' Sigmond, A.A.G. 1926. Contribution to the theory of the origin of alkali soils.

Soil Sci. **21**: 455-75.

(110) de' Sigmond, A.A.G. 1928. The classification of alkali and salty soils. Proc. and Papers Ist. Intern. Cong. Soil Sci. 330-44.

(111) de' Sigmond, A.A.G. 1929. Report on the genetics of alkali soils. Trans. Alkali Subcom. Intern. Soc. Soil Sci. **5**. A, 5-8.

(112) Hogentogler, C. A. 1937. Engineering Properties of Soils.

(113) Robinson, G.W. 1936. Soils, their origin, constitution and classification. 298-310.

(114) Gorkova, I.M. 1937. On the artificial structure formation in solonchak soils. Pedology, **2**: 236-37.

(115) Zimnitzky, V. S. 1937. The solonchak groups of the southeastern (Transbalkask) districts of middle Asia. Pedology, **4**: 565-66.

(116) Shaw, C. F. and Kelley, W. P. 1935. The meaning of the term solonetz. Trans. IIIrd. Intern. Cong. Soil Sci. 330-34.

(117) Ellis, J. H. and Calwell, O. G. 1935. Magnesium clay solonetz. Trans. IIIrd. Intern. Cong. Soil Sci., 348-50.

(118) Nevros, K.I. and Zvorykin, I.A. 1937. The variety of Solonetz Red soils in the vicinity of the village of Marcopouls, Atitica. Soil Sci. **43**: 239-46.

(119) Akintzev, V.V. 1937. Soil solodization in Eastern Trans-Caucasia. Pedology. **1**: 63-64.

(120) Frantzesson, V.A. 1930. New data on the question of the alkaline solonetz process of soil formation, IInd. Intern. Cong. Soil Sci. **5**: 350-51.

(121) 産業部農務司 1939. アルカリ地帯調査予顧問班報告. 第2報; 55～58.

(122) 池田実 1941. 満洲におけるアルカリ及びアルカリ土塩類含有土壌に関する研究. 第9報. アルカリ土壌の灌水について. 公主嶺農試研究時報, 37号: 1-11.

(123) 満洲国亜爾加里地帯調査報告 1940. 452～454.

(124) 同上 1940. 271-306.

(125) 池田実, 稲沼帯刀, 星加敏幸, 中山貞両 1940. ケナフの植物栄養学的研究. 第3報. ケナフの生育及び品質に及ぼす土壌水分の影響について. 公主嶺農試研究時報, 33号: 29～38.

(126) 九州農業試験場 1952. 九州の干拓地土壌に関する研究. 九州農業試験場彙報, **1**巻 2号: 183～238.

(127) 青峯重範, 和田光史 1954. 有明海沖積水田土壌の粘土鉱物. 九大学芸雑誌, **14**: 377～86.

(128) 岡山農業試験場 1953. 干拓地土壌の地力の変化及び改善に関する研究.

(129) 米田茂男, 川田登 1954. 干拓地土壌に関する研究. 土壌肥料学雑誌, **25**: 36～40.

(130) 下瀬昇, 池宗勝三郎 1953. 干拓地における作物の生理化学的研究. 岡山大 **3**: 22～30.

(131) 農林大臣官房総合開発課 1954. 冷害水害と土壌肥料に関する研究. 水害の部, 77～149.

(132) 岩城鹿十郎, 太田勝一, 赤松誠一, 加戸輝茂 1951. 水稲の塩害. 岡山農専創立五周年記念, 32～33.

(133) 岩城鹿十郎, 小合龍夫, 太田勝一 1953. 異なる塩分濃度における水稲の生育出穂及び稔実の差異. 日本作物学会記事, **22**: 13-14.

(134) 太田勝一, 小合龍夫 1953. 麦類の塩害, 小麦種子の発芽及びその直後の塩類の影響. 日本作物学会記事, **22**: 77-78.

(135) 今津正, 大沢孝也 1954. 数種蔬菜の塩害に関する研究. 園芸, **22**: 197～202.

(136) 米田茂男, 川田登 1954. 塩害地の特殊酸性土壌. 土壌肥料学雑誌, **24**: 325-28.

(137) 友広勇, 立谷寿雄 1954. 汐塩害地土壌の生産力増強. 東北農業, **7**: 103-16.

(138) 佐々木清一, 石塚喜明 1950-51-54. 北海道に於ける土壌の風化過程. 土壌肥料学雑誌, **20**: 111-116; **21**: 29-36; **22**: 107-13; **25**: 129-36.

(139) 鴨下寛 1953-54. 日本に於ける土壌型. 土壌肥料学雑誌, **24**: 239-41; **24**: 286-89; **24**: 334-37.
(140) 鴨下寛 1955. 日本全国土壌型図. 土壌肥料学雑誌, **25**: 253-58.
(141) 小林忠男 1954. 農作物の耐塩性に関する研究. 作物学会紀事, **22** (4): 34～35, 36～38.

(XIV) Appendix I.

Meteorological Observation Results

Geographical name	Annual Rainfall (mm)	Average temp. (°C)	RF*	Sat. difference	NSQ	Ffz Rainfall (mm)	Ffz Temp. (°C)	Ffz RF	Ffz Sat. diff.	Ffz NSQ
(I) 大連	606.9	10.2	59.5	3.3	183.9	575.2	14.8	38.9	3.9	147.5
旅順	575.6	10.2	56.4	2.9	198.5	575.6	14.6	39.4	3.4	169.3
熊岳城	624.5	10.3	60.6	—	—	604.3	16.4	36.8	—	—
興城	650.4	12.1	54.1	—	—	—	—	—	—	—
綏中	676.2	12.1	55.8	—	—	—	—	—	—	—
営口	652.1	8.5	76.7	3.7	176.2	631.9	14.0	45.1	4.6	137.4
朝陽	532.0	9.9	53.7	—	—	507.0	18.1	28.0	—	—
建昌	652.5	10.3	63.3	—	—	650.5	15.2	42.8	—	—
承徳	506.1	9.2	55.0	—	—	—	—	—	—	—
鞍山	700.9	8.5	82.4	—	—	—	—	—	—	—
奉河岫	741.6	9.7	78.9	—	—	725.5	15.2	47.7	—	—
岫巌	682.5	8.0	85.3	—	—	—	—	—	—	—
鳳城	890.2	8.1	109.9	—	—	—	—	—	—	—
安東	942.7	9.7	97.1	—	—	—	—	—	—	—
遼陽	639.3	11.1	57.6	—	—	625.5	16.8	37.2	—	—
(Range)	500～900	8～12	50～100	—	—	—	—	30～50	—	—
(II) 奉天	676.0	7.2	93.8	3.4	198.8	614.4	17.2	35.7	4.9	125.4
四平	707.6	5.4	131.0	3.1	228.3	676.7	15.8	42.8	4.6	147.1
新京	644.8	4.6	140.1	3.2	201.5	593.0	18.5	32.0	4.6	128.9
開原	676.5	6.6	102.5	2.8	241.6	613.4	17.0	36.1	3.8	161.4
海龍	725.9	7.0	103.7	—	—	—	—	—	—	—
公主嶺	610.2	7.2	84.8	—	—	572.6	18.1	31.6	—	—
西豊	756.0	7.9	117.4	—	—	720.3	17.4	41.4	—	—
寛甸	881.9	7.9	111.6	—	—	781.5	16.2	48.2	—	—
清原	943.3	6.4	147.3	—	—	845.4	18.5	45.7	—	—
興京	664.8	5.9	112.7	—	—	605.1	17.4	34.8	—	—
通化	657.8	4.8	137.0	—	—	—	—	—	—	—
吉林	667.1	4.8	138.9	—	—	624.2	17.0	36.7	—	—
樺甸	735.8	4.9	150.1	—	—	682.7	17.0	40.2	—	—
(Range)	600～1000	5～10	100～150	—	—	—	—	30～50	—	—
(II′) 延吉	485.0	6.5	74.6	—	—	—	—	—	—	—
琿春	366.4	6.5	56.3	—	—	356.4	13.6	26.2	—	—
東寧	420.0	4.5	93.3	—	—	400.2	15.0	26.7	—	—
(III) 楡樹	568.9	3.0	182.0	—	—	541.9	14.9	36.4	—	—
哈爾賓	617.3	3.6	171.4	3.6	171.5	589.0	14.7	40.1	4.2	140.2
斉々哈爾	533.6	2.8	190.5	—	—	514.2	14.3	36.0	—	—
龍鎮	573.5	2.9	197.8	—	—	—	—	—	—	—
訥河	457.0	1.9	157.5	—	—	—	—	—	—	—
通北	591.8	2.0	295.9	—	—	583.7	14.8	39.4	—	—
海倫	537.0	1.4	383.6	—	—	—	—	—	—	—
綏化	567.6	2.1	270.2	—	—	522.3	15.6	33.5	—	—
鉄驪	534.6	1.6	334.1	—	—	491.9	14.6	33.7	—	—
巴彦	628.9	2.5	251.5	—	—	617.5	15.6	39.6	—	—
葦河	780.9	4.1	190.4	—	—	723.8	16.0	45.2	—	—
湯原	540.1	2.3	234.8	—	—	527.0	14.8	35.6	—	—

* RF=Regen-Faktor; NSQ=Niederschlag-Sättigungsdefizit-Quotienten; Rfz=Frostfreie Zeit.

樺川	631.5	4.0	157.8	—	—	580.9	16.1	36.1	—	—
依蘭河	690.8	3.6	191.8	—	—	670.5	15.7	42.7	—	—
通東	624.8	3.1	201.5	—	—	—	—	—	—	—
五常	512.7	2.6	197.1	—	—	485.8	15.1	32.2	—	—
敦化	705.0	3.1	227.4	—	—	672.7	15.7	42.8	—	—
撫遠	567.3	2.2	257.8	—	—	527.8	12.3	42.9	—	—
同江	483.9	1.2	403.2	—	—	440.1	13.4	32.8	—	—
密山	514.8	3.6	143.0	—	—	453.2	15.5	29.2	—	—
綏芬河	645.9	2.0	323.0	—	—	620.5	13.3	46.7	—	—
富錦	507.1	2.3	220.4	—	—	475.5	12.7	37.4	—	—
望奎	612.6	1.5	408.4	—	—	577.6	13.5	42.8	—	—
	457.4	3.1	147.0	—	—	430.8	15.2	28.3	—	—
(Range)	500～800	<5	>150	—	—	—	—	20～50	—	—
(IV) 彰武	520.3	8.3	62.7	—	—	507.7	16.5	30.8	—	—
農窰	493.0	6.2	79.5	—	—	436.7	17.0	25.7	—	—
圍場	435.8	5.8	75.1	—	—	411.5	15.7	26.2	—	—
凌源	600.0	9.3	64.5	—	—	—	—	—	—	—
開魯	267.9	7.5	35.7	—	—	—	—	—	—	—
通遼	355.1	7.1	50.0	—	—	339.2	18.5	18.3	—	—
奈曼	359.4	6.3	57.0	—	—	332.4	17.4	19.1	—	—
林西	405.2	7.5	54.0	—	—	397.4	15.0	26.5	—	—
(Range)	200～400	6～10	30～50	—	—	—	—	15～30	—	—
(V) 長嶺	377.6	6.8	55.5	—	—	197.9	13.6	14.6	—	—
扶餘	317.1	6.1	51.9	—	—	317.1	17.1	18.5	—	—
農安	546.2	5.6	97.5	—	—	533.1	16.9	31.5	—	—
達屯	446.8	4.0	111.7	—	—	409.8	16.4	25.0	—	—
鄭家	411.9	5.9	68.0	—	—	—	—	—	—	—
家店	391.3	5.1	66.9	—	—	330.7	16.0	20.7	—	—
錢來	247.4	3.7	66.8	—	—	236.2	16.2	14.6	—	—
泰東	299.2	5.0	59.8	—	—	287.3	17.1	16.8	—	—
鎭南	325.4	4.4	74.0	—	—	297.9	15.3	19.1	—	—
洮泉	328.9	6.5	50.6	—	—	315.9	17.9	17.6	—	—
(Range)	300～500	<6	>50	—	—	—	—	15～30	—	—
(VI) 滿洲里	256.2	−1.7	—	—	—	240.4	11.2	21.5	—	—
海拉爾	278.9	−2.4	—	—	—	275.4	11.1	24.8	—	—
免渡河	338.0	−3.0	—	—	—	328.7	10.0	32.8	—	—

Appendix II

Properties of North Plain Soils

No.	Geographical name	Depth (cm)	Total Salts	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl'(%)	SO_4'' (%)	pH Value	Soil Class
1	青岡県 二排五井	0～ 40	0.153	Trace	0.088	0.011	0.005	7.4	C
		60～ 80	0.215	0.003	0.092	0.015	0.006	8.6	C
		110～140	0.122	Trace	0.072	0.011	Trace	8.0	C
2	同上	0～ 30	1.457	0.313	0.509	0.073	0.075	>9.8	C
		60～ 90	2.856	0.313	1.273	0.073	0.059	>9.8	C
		100～140	0.759	0.189	0.256	0.074	Trace	>9.8	C
3	蘭西県 白家崗長山堡屯	0～ 50	0.219	0.051	0.076	0.015	0.006	8.5	C
		60～ 90	0.288	0.056	0.096	0.074	0.006	8.6	C
		110～140	0.276	Trace	0.154	0.014	0.006	8.0	C
4	同上	0～ 30	0.551	0.051	0.254	0.073	Trace	8.8	C
		60～ 80	0.501	Trace	0.258	0.015	〃	7.6	C
		110～140	0.481	—	0.244	0.071	〃	7.5	C
5	西張家店	0～ 50	0.138	Trace	0.076	0.015	—	7.2	C
		60～ 90	0.242	0.043	0.093	0.015	0.004	8.4	C
		100～150	0.219	0.006	0.096	0.015	Trace	8.5	C
6	同上	0～ 35	1.513	0.467	0.380	0.074	Trace	>9.8	C
		60～ 90	0.707	0.254	0.129	0.074	〃	>9.8	C
		110～140	0.612	0.127	0.103	0.074	〃	>9.8	C

7	安達県 中内泡屯	0～ 40 60～ 90 100～130	0.194 0.109 0.140	0.051 Trace 〃	0.064 0.057 0.082	0.015 0.011 0.011	0.004 0.003 0.003	8.0 7.6 8.0	CL CL CL
8	月明泡屯	0～ 35 60～ 85 100～140	0.194 0.082 0.091	0.052 Trace —	0.064 0.039 0.045	0.011 0.011 0.011	0.005 0.005 0.004	8.6 7.6 7.4	CL C C
9	老張家	0～ 35 60～ 90 110～140	0.112 0.149 0.085	Trace 〃 —	0.065 0.086 0.045	0.011 0.011 0.011	0.001 0.005 Trace	7.2 8.0 7.2	L CL CL
10	修家窩堡	0～ 40 60～ 90 100～140	0.728 2.217 0.866	0.161 0.321 0.323	0.261 0.653 0.263	0.038 0.550 0.008	0.018 0.002 Trace	>9.8 >9.8 >9.8	SL SL SL
11	前五家子	0～ 40 60～ 90 110～150	0.214 0.332 0.327	0.052 0.018 0.025	0.077 0.181 0.181	0.011 0.015 0.015	0.008 0.015 Trace	8.8 8.0 8.6	CL C C
12	肇東県 長井子	0～ 50 60～ 90 100～140	0.273 0.135 0.179	Trace 〃 0.006	0.154 0.065 0.093	0.011 0.015 0.015	Trace 0.007 0. 03	8.2 8.4 8.4	C C C
13	向陽保伊家店	0～ 40 60～ 90 100～140	0.139 0.124 0.113	— — —	0.070 0.064 0.061	0.015 0.011 0.009	0.003 0.003 0.002	8.4 8.4 7.2	C C C
14	東三姓屯	0～ 35 60～ 90 100～150	0.394 0.414 0.486	Traec 0.003 0.025	0.134 0.128 0.159	0.048 0.048 0.046	0.084 0.103 0.104	8.6 8.4 9.2	C C C
15	同上	0～ 50 60～ 90 100～140	3.357 2.614 1.082	0.005 Trace 〃	0.382 0.379 0.376	0.512 0.591 0.289	1.217 0.796 0.734	9.2 9.0 9.0	C C C
16	曲家囲子	0～ 50 60～100 110～150	0.492 0.499 0.495	Trace 〃 〃	0.253 0.257 0.258	0.073 0.074 0.074	0.006 Trace —	8.6 8.8 8.5	CL C C
17	同上	0～ 50 50～100 100～150	0.253 0.329 0.171	0.054 0.083 0.004	0.112 0.099 0.092	0.011 0.015 0.011	— 0.004 0.005	>9.8 9.8 9.6	C C C
18	龍州県 東太平山屯	0～ 40 60～100 110～150	0.159 0.149 0.095	Trace 〃 〃	0.036 0.029 0.029	0.031 0.041 0.029	0.024 0.025 0.005	7.4 7.4 7.4	C C C
19	玉粉房	0～ 40 60～ 90 110～150	0.076 0.156 0.201	Trace 〃 0.006	0.034 0.025 0.047	0.008 0.023 0.026	0.002 0.049 0.033	7.3 7.4 8.0	C C C
20	永徳甲	0～ 40 60～ 90 100～150	0.181 0.066 0.080	Trace — Trace	0.035 0.034 0.046	0.005 0.005 0.004	0.022 0.003 0.002	7.3 7.4 7.5	CL C C
21	田豊五	0～ 50 60～100 110～150	0.063 0.052 0.049	— — —	0.026 0.018 0.017	0.009 0.009 0.009	0.001 0.003 0.002	7.3 7.3 7.2	C C CL
22	吉星甲	0～ 40 60～ 90 100～140	0.945 0.718 0.364	0.055 0.027 0.038	0.013 0.019 0.012	0.075 0.033 0.019	0.452 0.388 0.175	>9.8 9.4 9.2	CL CL C
23	西三馬架	0～ 30 60～ 90 100～140	0.309 0.138 0.134	Trace 〃 〃	0.119 0.049 0.056	0.047 0.030 0.029	0.022 0.009 0.007	8.2 8.2 8.2	CL CL CL
24	大東甲	0～ 30 60～100 110～150	0.887 0.497 0.303	0.131 0.131 0.127	0.184 0.099 0.065	0.019 0.019 0.007	0.206 0.084 0.009	>9.8 >9.8 >9.8	C C C
25	姜玉睡	0～ 35 60～ 90 100～140	0.074 0.137 0.118	Trace 0.013 0.023	0.032 0.032 0.040	0.005 0.023 0.009	0.007 0.005 0.004	7.4 9.0 9.2	C C C
26	太平屯	0～ 40 60～ 85 100～140	0.279 0.143 0.181	Trace 〃 〃	0.082 0.049 0.049	0.074 0.048 0.063	0.009 Trace —	8.0 8.0 8.0	C C C
27	順星甲	0～ 35 60～ 90 100～140	0.538 0.852 0.928	Trace 〃 〃	0.081 0.053 0.049	0.188 0.238 0.307	0.097 0.262 0.272	8.6 7.6 8.2	C C C
28	文化村共同農場	0～ 40 60～100 110～150	0.069 0.076 0.133	— — 0.019	0.028 0.035 0.034	0.006 0.010 0.005	0.005 0.005 0.008	7.4 7.3 8.5	C C C

29	啓農甲	0～50	1.188	0.233	0.265	0.087	0.222	>9.8	C
		60～100	0.789	0.128	0.261	0.075	0.070	9.4	C
		110～140	0.475	0.026	0.268	0.015	0.016	9.2	C
30	牛毛溝	0～40	12.033	0.418	4.756	0.228	2.479	>9.8	C
		60～90	0.534	Trace	0.260	0.075	0.026	8.4	C
		100～140	0.189	〃	0.085	0.015	0.009	8.0	C
31	同上	0～40	0.209	—	0.109	0.004	0.013	7.6	CL
		60～100	0.149	Trace	0.075	0.006	0.007	7.5	C
		110～140	0.065	—	0.026	0.006	0.004	7.3	C
32	郭後旗黒瞼窩堡	0～40	0.116	0.006	0.085	0.018	0.004	7.5	C
		50～100	0.178	Trace	0.059	0.045	0.014	7.5	C
		110～140	0.139	—	0.046	0.004	0.045	7.6	C
33	前土房子	0～30	3.264	Trace	0.029	0.204	1.980	8.6	C
		60～90	0.512	〃	0.043	0.213	0.096	7.6	C
		100～140	0.519	〃	0.043	0.217	0.094	7.6	C
34	東大囲子	0～35	3.636	Trace	0.033	0.230	1.909	8.8	C
		50～90	3.006	〃	0.019	0.347	1.689	7.8	C
		100～140	0.525	〃	0.043	0.221	0.095	8.0	C
35	施家窩堡	0～35	0.042	—	0.013	0.005	0.003	7.3	CL
		55～90	0.062	—	0.022	0.008	0.005	7.4	CL
		110～140	0.054	—	0.020	0.009	0.003	7.1	CL
36	張鵬九屯	0～30	0.536	0.062	0.097	0.195	0.012	9.2	C
		60～90	0.455	0.009	0.065	0.232	0.005	8.8	C
		110～140	0.501	0.006	0.061	0.233	0.004	8.5	C
37	茂興	0～40	0.283	Trace	0.163	0.009	0.016	7.5	L
		60～90	0.285	0.058	0.098	0.009	0.012	9.0	L
		100～140	0.318	0.051	0.103	0.011	0.006	9.2	L
38	太平川	0～45	0.105	Trace	0.047	0.005	0.009	7.4	L
		55～90	0.092	〃	0.039	0.010	0.013	7.4	L
		100～150	0.048	—	0.021	0.005	0.002	7.3	L
39	四站	0～50	0.077	Trace	0.036	0.006	0.010	7.4	L
		50～100	0.081	〃	0.035	0.005	0.012	7.4	L
		100～150	0.089	—	0.039	0.005	0.008	7.3	CL
40	八福窩堡	0～50	0.074	Trace	0.035	0.006	0.005	7.5	CL
		55～90	0.067	〃	0.024	0.005	0.006	7.4	CL
		100～140	0.063	—	0.025	0.005	0.006	7.3	C
41	老翁屯	0～50	0.167	0.053	0.041	0.009	0.011	8.6	C
		50～100	0.099	Trace	0.036	0.006	0.009	7.8	C
		100～150	0.105	〃	0.058	0.007	0.004	7.5	C
42	後好爾計	0～40	0.486	0.097	0.181	0.028	0.009	>9.8	C
		60～100	0.091	Trace	0.045	0.007	0.007	7.3	C
		110～150	0.044	〃	0.015	0.007	0.005	7.2	C
43	林甸県伊地房子	0～45	0.119	Trace	0.063	0.007	Trace	7.6	L
		60～90	0.113	〃	0.062	0.007	〃	7.5	L
		100～140	0.109	〃	0.062	0.007	〃	7.5	CL
44	福発屯	0～40	0.147	Trace	0.087	0.014	Trace	7.6	CL
		50～90	0.137	〃	0.087	0.007	〃	7.5	L
		100～140	0.169	〃	0.091	0.022	〃	8.0	L
45	同上	0～40	0.391	0.025	0.235	0.007	Trace	8.8	CL
		60～90	0.377	0.136	0.099	0.007	〃	>9.8	C
		100～140	0.162	Trace	0.096	0.010	〃	8.6	C
46	畢囲子村	0～40	0.152	Trace	0.095	0.007	Trace	8.0	CL
		60～95	0.119	〃	0.075	0.007	〃	8.0	CL
		110～140	0.169	0.007	0.095	0.010	〃	8.8	C
47	同上	0～40	0.515	0.057	0.273	0.014	0.010	8.8	C
		50～90	0.683	0.112	0.310	0.007	0.008	9.2	C
		100～140	0.149	Trace	0.086	0.007	0.002	8.3	CL
48	任先生房子	0～45	0.149	Trace	0.087	0.007	0.005	7.8	SL
		55～100	0.118	〃	0.074	0.007	0.008	7.5	CL
		110～140	0.569	0.099	0.259	0.010	0.010	9.0	C
49	同上	0～45	0.400	0.170	0.049	0.014	0.005	9.4	CL
		60～95	0.568	0.111	0.259	0.014	0.007	9.0	C
		110～140	0.393	0.049	0.208	0.010	Trace	8.8	C
50	王大帽子	0～40	0.687	0.253	0.152	0.022	Trace	9.8	C
		50～90	0.637	0.075	0.349	0.014	〃	9.0	C
		100～150	0.367	0.025	0.210	0.014	〃	9.0	C

51	林甸	0～50	0.678	0.197	0.197	0.050	0.010	9.8	CL
		60～95	0.394	0.037	0.212	0.014	Trace	9.0	C
		110～150	0.354	0.025	0.201	0.015	〃	9.0	C
52	泰来県後王面井	0～45	0.544	0.059	0.245	0.071	Trace	9.1	L
		60～90	0.286	Trace	0.122	0.071	〃	8.0	L
		100～140	0.137	〃	0.073	0.021	〃	7.4	SL
53	同上	0～40	0.445	Trace	0.294	0.007	—	7.4	SL
		50～95	0.117	〃	0.061	0.015	—	7.4	SL
		110～150	0.123	—	0.061	0.022	—	7.4	SL
54	小村子	0～40	0.332	Trace	0.193	0.028	—	8.4	CL
		60～95	1.056	0.221	0.466	0.014	—	>9.8	CL
		110～140	0.654	0.147	0.269	0.014	—	9.6	CL
55	同上	0～40	0.031	Trace	0.012	0.007	0.002	7.2	S
		50～95	0.569	0.099	0.247	0.029	0.005	8.8	CL
		110～140	0.300	0.037	0.093	0.021	0.010	8.6	CL
56	常家囲子	0～40	2.611	0.147	0.221	1.029	Trace	>9.8	CL
		60～100	0.181	0.012	0.098	0.014	〃	8.4	CL
		110～150	0.516	0.074	0.271	0.007	〃	8.8	CL
57	他拉哈	0～40	0.322	0.024	0.171	0.021	0.005	8.6	SL
		60～90	0.536	0.074	0.271	0.007	0.008	8.8	CL
		100～140	0.366	0.009	0.208	0.014	0.019	8.8	L
58	富裕県寧年	0～40	0.385	0.012	0.225	0.007	0.015	8.6	C
		60～90	0.258	0.075	0.093	0.007	—	9.2	C
		100～140	0.379	0.124	0.098	0.014	—	9.2	C
59	雅州	0～45	0.136	—	0.086	0.007	Trace	7.3	S
		55～90	0.089	—	0.049	0.007	—	7.2	S
		110～140	0.089	—	0.049	0.007	—	7.2	S
60	大河東	0～40	0.588	0.245	0.110	0.007	0.021	9.2	C
		50～100	0.235	0.074	0.081	0.007	Trace	8.8	CL
		110～140	0.169	0.012	0.091	0.007	〃	8.4	CL
61	羅海樓	0～40	0.092	—	0.049	0.014	Trace	7.4	SL
		60～90	0.092	—	0.046	0.014	—	7.4	SL
		100～150	0.075	—	0.037	0.014	—	7.4	L
62	李粉房	0～45	0.129	—	0.075	0.014	Trace	7.5	L
		55～95	0.093	—	0.050	0.014	—	7.4	L
		110～150	0.099	—	0.049	0.007	—	7.4	L
63	訥河県訥河	0～40	0.029	—	0.013	0.007	—	7.2	CL
		50～90	0.029	—	0.012	0.007	—	7.2	CL
		100～140	0.121	—	0.075	0.004	—	7.3	L
64	金山堡	0～45	0.148	—	0.088	0.014	—	7.4	L
		55～90	0.116	—	0.063	0.014	—	7.3	L
		100～150	0.115	—	0.060	0.014	0.007	7.3	CL
65	富海盛	0～50	0.080	—	0.025	0.022	Trace	7.2	CL
		60～100	0.080	—	0.025	0.022	0.007	7.2	CL
		110～140	0.083	—	0.021	0.022	0.007	7.2	CL
66	龍江県後庄疽囲子	0～40	0.085	—	0.050	0.007	Trace	7.6	SL
		50～90	0.084	—	0.050	0.007	〃	7.5	SL
		100～140	0.105	—	0.050	0.022	〃	7.4	SL
67	梁家大崗子	0～40	0.146	—	0.085	0.014	—	7.6	SL
		50～95	0.094	—	0.050	0.014	—	7.5	SL
		105～140	0.081	—	0.050	0.004	—	7.4	SL
68	大坑	0～45	0.156	Trace	0.086	0.014	0.007	7.6	SL
		55～90	0.474	0.025	0.249	0.014	0.030	8.0	SL
		100～140	0.111	Trace	0.062	0.014	Trace	7.4	SL
69	甘南県紮宝山	0～40	0.076	—	0.037	0.015	Trace	7.2	SL
		50～95	0.159	Trace	0.085	0.015	〃	7.5	SL
		100～150	0.168	〃	0.088	0.015	0.007	7.5	CL
70	同上	0～45	0.209	Trace	0.114	0.015	0.013	7.4	CL
		55～95	0.231	—	0.138	0.015	—	7.4	CL
		100～140	0.092	—	0.049	0.007	—	7.2	SL
71	沈家窩堡	0～40	0.137	—	0.076	0.007	0.011	7.4	L
		60～90	0.109	—	0.062	0.007	—	7.4	SL
		100～140	0.106	—	0.060	0.007	—	7.2	SL
72	景星県長発屯	0～45	0.124	—	0.075	0.007	—	7.5	L
		55～90	0.107	—	0.062	0.007	—	7.3	L
		110～150	0.082	—	0.049	0.007	—	7.3	L

73	同上	0～45	0.608	0.197	0.110	0.036	Trace	9.8	C
		55～90	0.462	0.111	0.123	0.029	—	9.0	C
		100～140	0.346	0.095	0.112	0.014	—	8.8	C
74	頭站	0～45	0.167	—	0.087	0.022	0.003	7.5	SL
		60～100	0.127	—	0.061	0.021	—	7.4	L
		110～150	0.118	—	0.061	0.014	0.005	7.4	L
75	城泡子	0～45	0.506	0.049	0.246	0.014	0.039	9.0	C
		50～90	0.640	0.197	0.222	0.007	0.009	9.4	C
		100～140	0.642	0.172	0.173	0.007	0.059	9.0	C
76	柳樹泉眼	0～40	0.089	—	0.049	0.007	—	7.4	L
		50～95	0.047	—	0.025	0.007	—	7.2	L
		110～150	0.032	—	0.020	0.007	—	7.2	L
77	泰来県大榆樹	0～40	0.069	—	0.025	0.022	—	7.0	L
		55～90	0.056	—	0.025	0.014	—	7.2	L
		100～145	0.056	—	0.024	0.014	—	7.1	SL
78	輕泡子	0～45	0.059	—	0.024	0.014	0.002	7.4	SL
		50～95	0.049	—	0.019	0.007	0.002	7.2	S
		110～150	0.039	—	0.018	0.007	0.002	7.2	SL
79	特合吐	0～40	0.617	0.146	0.243	0.007	0.007	9.6	SL
		55～90	0.294	0.009	0.134	0.014	Trace	7.5	L
		110～150	0.064	—	0.037	0.007	—	7.4	SL
80	好心屯	0～35	0.095	—	0.049	0.014	—	7.6	SL
		50～95	0.066	—	0.037	0.007	—	7.6	SL
		110～150	0.081	—	0.036	0.014	0.005	7.4	S
81	五家子	0～45	0.069	—	0.025	0.007	0.010	7.5	L
		55～100	0.088	—	0.049	0.007	0.005	7.4	SL
		110～150	0.279	Trace	0.174	0.014	Trace	8.0	L
82	大新屯	0～40	0.084	—	0.032	0.018	0.002	7.0	L
		50～90	0.073	—	0.037	0.010	0.002	7.6	CL
		100～140	0.061	—	0.031	0.007	Trace	7.2	L
83	鎮東県陸家窩堡	0～30	0.148	Trace	0.086	0.014	Trace	8.0	CL
		50～95	0.136	〃	0.086	0.007	〃	8.2	L
		105～140	0.167	〃	0.098	0.007	〃	8.0	L
84	風水山	0～50	0.620	0.146	0.219	0.036	Trace	>9.8	CL
		50～90	0.585	0.171	0.171	0.028	〃	>9.8	CL
		100～140	0.237	0.073	0.052	0.014	〃	9.0	CL
85	茄里井子	0～40	0.128	Trace	0.074	0.007	0.005	7.8	SL
		50～90	0.108	—	0.049	0.007	0.019	8.0	L
		100～140	0.121	Trace	0.062	0.007	Trace	8.0	L
86	窮三家子	0～40	0.109	Trace	0.062	0.007	0.002	8.0	L
		60～95	0.356	0.055	0.154	0.007	0.025	8.6	CL
		105～150	0.254	0.042	0.087	0.007	0.039	8.0	C
87	他四海	0～40	0.299	0.052	0.110	0.007	0.010	9.0	L
		50～90	0.069	—	0.036	0.007	0.005	7.4	SL
		100～140	0.086	Trace	0.050	0.001	0.005	8.4	SL
88	少拉古魯	0～50	0.267	0.018	0.140	0.007	0.019	8.8	SL
		60～90	0.128	0.018	0.043	0.007	0.010	9.0	L
		100～150	0.086	Trace	0.040	0.007	0.005	8.0	L
89	前索龍哈嘎	0～40	0.234	0.055	0.067	0.007	0.024	9.4	SL
		50～90	0.153	0.024	0.061	0.007	0.010	9.0	L
		100～140	0.096	Trace	0.049	0.007	0.010	8.0	L
90	滿良窩堡	0～40	0.684	—	0.161	0.027	0.245	8.2	C
		60～90	0.259	—	0.069	0.031	0.088	7.3	CL
		100～150	0.175	—	0.037	0.011	0.052	7.2	L
91	六家子	0～40	0.313	0.025	0.191	0.007	0.019	9.0	CL
		60～90	0.121	—	0.063	0.009	0.005	7.6	C
		100～140	0.089	—	0.051	0.009	—	7.3	C
92	那地海	0～40	0.554	0.124	0.138	0.002	0.025	9.8	L
		50～90	0.577	0.201	0.126	0.004	0.012	9.8	L
		100～150	0.496	0.037	0.212	0.009	0.008	9.4	CL
93	盛家窩堡	0～40	0.213	—	0.111	0.018	0.002	7.8	L
		50～90	0.176	—	0.069	0.009	0.004	7.2	CL
		100～140	0.176	—	0.057	0.017	—	7.3	CL
94	英華站	0～40	0.690	0.124	0.163	0.025	0.095	>9.8	C
		50～95	0.192	Trace	0.116	0.004	0.010	9.8	C
		105～140	0.286	0.012	0.164	0.013	0.008	8.0	C

95	聚宝山	0～40	0.675	0.098	0.212	0.007	0.036	8.8	L
		50～90	0.765	0.125	0.350	0.013	0.011	>9.8	CL
		100～140	0.633	0.176	0.237	0.007	0.003	>9.8	C
96	馬家爾好志	0～40	0.453	0.062	0.075	0.059	0.071	>9.8	CL
		60～90	0.479	0.140	0.114	0.009	0.014	>9.8	CL
		100～140	0.298	0.062	0.113	0.005	0.009	8.0	C
97	葛連泡	0～40	0.105	—	0.064	0.002	0.003	7.2	L
		50～90	0.112	—	0.064	0.004	0.002	7.2	SL
		110～140	0.159	—	0.076	0.018	0.015	7.4	SL
98	泰囲子	0～40	0.072	—	0.031	0.013	0.002	7.2	L
		60～90	0.089	—	0.051	0.007	0.004	7.3	L
		110～140	0.172	0.015	0.063	0.007	—	>9.8	CL
99	伝家囲子	0～40	0.359	Trace	0.101	0.026	0.096	8.0	C
		60～90	0.695	0.006	0.139	0.182	0.152	8.2	C
		110～140	0.395	0.008	0.138	0.009	0.055	8.2	C
100	干家囲子	0～40	0.452	0.188	0.083	0.026	0.011	>9.8	C
		60～90	0.448	0.084	0.177	0.011	0.014	>9.8	C
		100～150	0.486	0.056	0.245	0.011	0.017	9.4	C
101	フラクテノール	0～50	1.265	0.140	0.696	0.022	0.015	>9.8	L
		50～90	0.813	0.171	0.347	0.009	0.009	8.2	L
		100～140	0.464	0.061	0.187	0.009	—	8.2	CL
102	トモチノール	0～40	0.063	—	0.016	0.018	0.004	7.2	SL
		60～90	0.076	—	0.044	0.007	0.004	7.1	SL
		100～140	0.061	—	0.031	0.008	—	7.4	L
103	烏鴉套宝	0～45	0.081	—	0.032	0.014	0.002	7.2	C
		55～95	0.149	—	0.057	0.018	0.022	7.6	C
		105～140	0.257	0.006	0.082	0.016	0.069	8.0	C
104	先生控馬	0～50	0.876	0.108	0.314	0.009	0.093	>9.8	CL
		60～95	1.072	0.155	0.347	0.009	0.061	>9.8	C
		110～140	0.654	0.199	0.207	0.009	0.034	9.8	C
105	愛拉海	0～50	0.161	—	0.096	0.013	0.003	7.3	C
		50～100	0.799	—	0.225	0.056	0.269	9.8	C
		100～150	0.685	Trace	0.065	0.057	0.320	8.2	C
106	馬家店	0～45	0.524	0.031	0.286	0.023	0.021	>9.8	C
		50～95	0.598	0.108	0.251	0.018	0.031	>9.8	CL
		105～140	0.687	0.108	0.283	0.018	0.050	>9.8	L
107	秦家囲子	0～50	0.859	0.245	0.343	0.009	0.007	>9.8	CL
		55～100	0.558	0.078	0.254	0.009	0.026	>9.8	C
		110～140	0.291	0.028	0.157	0.005	0.006	>9.8	C
108	堇囲子	0～40	0.443	0.016	0.209	0.018	0.017	8.0	C
		50～100	0.407	0.025	0.191	0.008	0.023	8.0	C
		110～140	0.085	Trace	0.038	0.009	0.003	7.4	C
109	洮安県烏藍八打	0～40	0.126	—	0.058	0.015	0.006	7.2	C
		50～90	0.035	—	0.012	0.011	0.006	7.2	CL
		100～140	0.049	—	0.013	0.015	0.005	7.2	CL
110	賈家窩堡	0～50	0.156	—	0.077	0.018	0.011	7.2	CL
		50～100	0.049	—	0.013	0.013	0.006	7.2	SL
		100～150	0.111	—	0.052	0.016	0.003	7.2	L
111	三家子	0～50	0.166	—	0.076	0.015	0.013	7.2	CL
		55～100	0.095	—	0.051	0.012	0.006	7.2	L
		110～140	0.069	—	0.013	0.013	0.014	7.2	L
112	小立家子	0～50	0.096	—	0.033	0.009	0.011	7.4	L
		50～100	0.058	—	0.013	0.018	0.002	7.2	L
		100～150	0.035	—	0.011	0.009	0.004	7.2	CL
113	老繆家	0～40	0.495	—	0.321	0.009	0.010	7.5	C
		50～90	0.084	—	0.038	0.009	0.004	7.2	C
		100～140	0.053	—	0.013	0.007	0.007	7.2	C
114	洮南県小茂好	0～40	0.105	—	0.063	0.002	0.005	7.5	CL
		60～90	0.099	—	0.057	0.005	0.005	7.5	CL
		100～140	0.100	—	0.056	0.008	0.005	7.5	L
115	老汪家	0～40	0.167	—	0.082	0.009	0.014	7.6	L
		60～90	0.066	—	0.037	0.005	0.004	7.5	L
		100～140	0.074	—	0.044	0.003	0.003	7.5	CL
116	チヤカスタイ	0～40	0.925	0.092	0.047	0.045	0.446	9.2	L
		50～90	0.116	Trace	0.063	0.006	0.008	7.8	L
		100～140	0.097	〃	0.054	0.005	0.008	7.8	CL

117	新立屯	0～50	0.326	0.046	0.078	0.014	0.009	8.6 SL
		60～90	0.155	Trace	0.063	0.012	0.018	7.8 SL
		100～140	0.115	〃	0.064	0.006	0.006	8.0 L
118	同上	0～40	1.704	0.231	0.109	0.041	0.344	9.0 L
		50～100	0.298	Trace	0.161	0.009	0.003	9.2 CL
		110～140	0.123	〃	0.076	0.005	0.009	8.0 CL

Properties of South Plain Soils

No.	Geographical name	Depth (cm)	Total Salts (%)	CO_3'' (%)	HCO_3' (%)	Cl'(%)	SO_4'' (%)	pH Value	Soil Class
1	康平県 盛官屯	0～40	0.189	Trace	0.093	0.017	0.020	8.0	CL
		60～90	0.312	〃	0.128	0.021	0.049	8.8	SL
		100～140	0.152	—	0.060	0.024	0.019	7.6	S
2	李家窩棚	0～40	0.165	Trace	0.089	0.016	0.011	8.2	SL
		60～90	0.122	—	0.049	0.028	0.006	7.5	S
		110～140	0.078	—	0.034	0.012	0.008	7.4	S
3	拉々街	0～50	0.653	0.019	0.265	0.122	0.040	9.0	SL
		50～100	0.252	Trace	0.101	0.024	0.008	8.8	S
		100～150	0.155	—	0.068	0.020	0.009	7.8	S
4	大鄉約窩堡	0～50	0.541	0.045	0.198	0.051	0.021	9.0	S
		60～90	0.292	Trace	0.139	0.024	0.024	8.8	S
		100～140	0.119	—	0.056	0.016	0.009	7.6	S
5	法庫県 四家子	0～40	0.099	Trace	0.039	0.016	0.010	8.5	SL
		50～90	0.089	—	0.044	0.013	0.005	7.6	L
		110～140	0.088	—	0.044	0.012	0.004	7.5	SL
6	巴泉山	0～40	0.123	0.123	0.040	0.016	0.006	8.5	L
		50～90	0.097	—	0.041	0.012	0.004	7.8	SL
		110～140	0.089	—	0.039	0.014	0.003	7.5	L
7	彰武県 西六家子	0～45	0.884	0.019	0.291	0.218	0.075	9.0	S
		60～90	0.236	—	0.076	0.057	0.022	7.8	SL
		110～140	0.147	—	0.058	0.031	0.011	7.8	SL
8	二老窩堡屯	0～40	0.093	—	0.035	0.014	0.006	7.4	S
		60～90	0.092	—	0.031	0.028	0.002	7.6	S
		110～140	0.091	—	0.039	0.017	0.005	7.6	S
9	焉家窩堡	0～40	0.419	0.017	0.141	0.065	0.022	8.8	SL
		60～90	0.149	—	0.066	0.024	0.011	8.2	S
		110～140	0.119	—	0.045	0.024	0.007	8.0	S
10	三茂河窩堡	0～45	0.199	—	0.049	0.029	0.008	7.8	L
		60～90	0.159	—	0.051	0.049	0.009	8.2	SL
		110～140	0.089	—	0.043	0.012	0.004	8.4	SL
11	新民県 小台子	0～50	0.156	Trace	0.037	0.053	0.016	8.0	S
		60～90	0.135	—	0.049	0.028	0.011	8.0	S
		110～140	0.099	—	0.037	0.020	0.012	7.5	S
12	張貙西洞	0～50	0.191	Trace	0.070	0.031	0.029	8.0	S
		50～100	0.076	—	0.026	0.016	0.009	7.3	S
		100～150	0.066	—	0.018	0.016	0.004	7.5	S
13	東家子	0～50	0.191	Trace	0.067	0.046	0.014	8.2	S
		50～90	0.121	0.006	0.054	0.017	0.005	8.0	S
		100～140	0.154	—	0.035	0.045	0.022	7.6	S
14	王三戸屯	0～40	0.132	0.012	0.015	0.020	0.037	8.5	S
		60～90	0.099	—	0.041	0.020	0.007	7.2	S
		110～140	0.074	—	0.025	0.020	0.003	7.5	S
15	遼中県 淀子堡村	0～40	0.138	—	0.039	0.031	0.023	7.2	S
		60～90	0.072	—	0.022	0.021	0.006	7.0	S
		110～140	0.065	—	0.016	0.020	0.004	7.3	S
16	台安県 黄家窩堡	0～40	0.194	—	0.097	0.032	0.005	8.0	L
		60～90	0.195	—	0.067	0.042	0.022	7.6	L
		100～140	0.165	—	0.053	0.031	0.020	8.0	SL
17	盤山県 甜水井村	0～45	1.132	—	0.053	0.595	0.076	8.0	C
		60～90	0.822	—	0.047	0.410	0.067	7.6	C
		110～140	0.793	—	0.046	0.385	0.071	7.6	C
18	大台子	0～40	0.341	—	0.106	0.074	0.014	7.5	SL
		60～90	0.334	0.003	0.010	0.064	0.011	7.5	SL
		110～140	0.269	—	0.088	0.064	0.027	8.0	SL

19	八家子屯	0～ 40	0.344	—	0.094	0.094	0.029	7.4	SL
		60～ 90	0.179	—	0.041	0.053	0.018	7.4	S
		110～140	0.257	—	0.105	0.042	0.024	7.5	S
20	常家屯	0～ 40	0.771	Trace	0.076	0.076	0.370	8.3	CL
		60～ 90	0.665	—	0.065	0.057	0.330	8.0	L
		110～140	0.775	—	0.021	0.494	0.012	7.4	L
21	海城県 剪子口	0～ 50	0.307	—	0.031	0.125	0.051	7.3	S
		60～ 90	0.493	—	0.021	0.251	0.007	7.3	SL
		110～140	0.146	—	0.031	0.061	0.009	7.5	SL
22	腰屯	0～ 50	0.251	—	0.032	0.073	0.046	7.2	SL
		60～ 90	0.188	—	0.018	0.053	0.052	7.2	SL
		110～140	0.171	—	0.029	0.081	0.008	7.4	SL
23	黄家塘屯	0～ 50	0.233	—	0.044	0.084	0.014	7.4	SL
		60～ 90	0.201	—	0.022	0.086	0.012	7.3	S
		100～140	0.283	—	0.049	0.125	0.021	7.4	S
24	蓋平県 朱家甸子	0～ 50	0.119	—	0.054	0.022	0.006	7.3	L
		60～ 90	0.243	—	0.117	0.033	0.011	8.3	CL
		110～140	0.297	—	0.137	0.044	0.021	7.2	CL
25	紅旗廠	0～ 40	0.302	—	0.033	0.119	0.034	7.3	L
		60～ 90	0.250	—	0.037	0.100	0.034	7.5	CL
		110～140	0.229	—	0.037	0.089	0.031	7.3	CL
26	藍旗廠	0～ 40	0.765	—	0.052	0.403	0.056	8.0	SL
		60～ 90	0.768	—	0.052	0.429	0.043	7.4	SL
		110～140	0.899	—	0.048	0.421	0.051	7.6	SL
27	錦県 大馬屯	0～ 40	4.215	—	0.056	1.828	0.472	8.0	S
		60～ 90	1.161	—	0.046	0.638	0.068	7.5	S
		110～140	1.416	—	0.072	0.754	0.096	8.0	S
28	三義屯	0～ 40	0.685	—	0.027	0.418	0.017	7.3	S
		60～ 90	1.246	—	0.049	0.719	0.046	7.5	S
		110～140	1.427	—	0.041	0.911	0.031	7.5	S

正　誤　表　Correction

頁 Page	行 Line	誤	正
22 頁	上より 14行	*Conjugatinon*	*Conjugation*
25 頁	上より 6行	rine	ripe
〃	〃 7行	ocks	rocks
51 頁	[Tabelle] 下より 10行	HOLMES, *et al.*	HOLMES *et al.*(45)
104 頁	下より 8行	総関係数	相関係数
111 頁	上より 12, 13行	条令	条例

頁 Page	行 Line	誤 Error	正 Right
261	8	date,	date.
〃	20	0,93	0.93
263	13	(Ⅲ)	(3)
264	37	菊池侑一	菊池侑二
265	25	(T8)——,	(T8)——.
〃	29	histologischen	histologischer
〃	39	脈搏	脈搏
266	18	1951. Ⅲ ibid	1951. ibid
268	32	畸農経営	酪農経営
278	第6図	第6国	第6図
〃	〃	干頭	千頭
282	21	頭数は何れも	ひ頭数は何れも
〃	22	ひり(従って…	り(従って…
287	22	Autumn	autumn
〃	40	Autumn	autumn
293	5	$\rho_t = 1.165Cl + 0.0000627^3 + 0.00426 \cdot t\,Cl$	$\rho_t = 1.165Cl + 0.0000627Cl^3 + 0.00426Cl \cdot t$

正　誤　表　Correction

頁 Page	行 Line	誤　Error	正　Right
205	22	生時ほゞ体重は等し	生時体重おおぼ等し
211	25	吉村等,(115)	吉村等(115),
214	21	MÁYNARD	MAYNARD
216	Text-Fig.3	AGE LN MONTHS	AGE IN MONTHS
220	Text-fig.8	lambsat	lambs at
222	Text-fig.9C	THURL WIDTH	THURL WIDTH & RUMP WIDTH
228	27	3'	3.
〃	33	HEN DERSON	HENDERSON
231	27	(V)	(V)
231	Text-fig.11	quantit yand	quantity and
233	Tab.15	with significantas compared	significant as compared with
235	34	Tab. 8	Tab.18
236	Text-fig.15	per pay	per day
239	Tab.19	Lamd no. / Age in month 6 / 51-9 Average / 82 (26.9)	Lamb no. / Age in month 6 / 51-9 Average / 82 (26.9)*
239	Tab.20	Monthlyage	Monthly age
240	17	Text-fig.13	Text-fig.17
〃	38	ないが"	ないが
245	18	(V) 羊毛の繊度	(V) 羊毛繊度
251	8	2~3	2,3
〃	27	FERGUSON etal	FERGUSON et al
252	25	前者が"	後者が
〃	27	後者は	前者は
258	11	SAMMARY	SUMMARY
260	22	In ewelams	In ewe lambs
〃	40	CATER	CARTER

仔緬羊の発育に関する研究

三　村　　耕

広島大学水畜産学部畜産学科

Studies on the Growth of Corriedale Lambs in Japan

Kô MIMURA

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Plates 1–3; Text-figs. 1–21; Tables 1–29)

(I) 序　　論 …… 203
(II) 発育過程における仔緬羊の生理的変動 …… 204
(III) 発育過程における仔緬羊の体重及び体型変化 …… 213
(IV) 発育過程における仔緬羊の毛生及び毛質変化 …… 227
(V) 羊毛繊度平衡発育曲線と発育標準 …… 245
(VI) 総　　括 …… 255
(VII) Summary in English …… 258
(VIII) 参 考 文 献 …… 263

(I) 序　　論

緬羊飼育の発展を期する為には，その科学的飼養法を確立する必要のあることはいうまでもないが，緬羊飼育はその性質上，先進諸国においてすら単に放牧によって飼育せられる関係上，主として牧野管理と繁殖技術に重点がおかれていた結果，緬羊個体の管理技術に関する基礎的研究は非常に少い状態である．他方我が国の現状からみれば，緬羊の発育標準の設定は，日本コリデール品種の確立という育種学的見地からも急務であると考えられる．

著者はこのような見地から，仔緬羊の発育について，その基礎的な問題を解明したいと志して，過去6カ年にわたって種々の試験を実施した．即ち，1つには生理生態学的方法により，その発育過程における生理的変化と羊毛の成長並びに毛質についての変化を試験し，併せて化学的方法によって，羊毛の化学的成分の変化を試験した．又他方生物測定学的方法により，その体重と体型の変化を追求し，更に発育と繊度との関係から，標準的発育とはいかなるものであるべきかについても試験し，考察を試みてきた．幸に一応の結論を得たので，ここにそれを発表する次第である．

本研究の実施に当り，終始懇篤な指導鞭撻を賜った恩師北大教授三田村健太郎博士，校閲の

労を煩し且指導を仰いだ恩師北大名誉教授井口賢三博士に衷心より謝意を表する次第である.

尙本研究の遂行に当り，種々後援を賜った日本緬羊協会の岸良一会長・渡會隆藏副会長，日本緬羊登録協会の田口教一会長並びに両会職員の方々，多大の便宜を与えられた北海道農業試験場畜産部釣谷猛・美斉津康民両技官，試験実施に当り，終始協力を賜った赤木昭治・木下真・小林勝・長島昌三郎・殿岡きぬの諸氏に深甚な謝意を表する次第である.

(II) 発育過程における仔緬羊の生理的変動

(1) 緒　　論

家畜の発育過程を生理学的に検討した報告は非常に少く，特に緬羊については著者は寡聞にして断片的な報告以外接していない．然し環境衛生学的見地から，主として家兎の季節による生理的変動，高温或は寒冷環境に暴露された場合の体温・呼吸・脈搏・血液性状の変動とその意義に関する報告は枚挙にいとまない程多い（小泉[58]，緒方[86]，簑島[75][76]，福田[30]，高木[100]，田坂[104]等).

同様に,主として乳牛及び肉牛の熱地順応性の検討の立場からの試験も多く,山根・加藤[112]，山根・葛野・寺田・高橋[111]，加藤[52]，GAALAAS[32][33]，SEATH[95]，BADRELDIN[2][3]，HUTCHISON[46]の報告，野田[85]，岡本[88]，石井等[48]，岡本[89]等の講演がある.

これについても緬羊では僅かに MILLER & MONGE[67]の報告をみるのみであるが，上記の諸氏はいずれも高温環境の下では体温及び呼吸数が上昇することを報告している.

著者も家兎において同様な結果を報告[69]し，毛用動物の特性として特に高温の影響の大きいこと，若令兎は成兎に比較して，より影響されることを報告した.

脈搏の季節的変動については，気温の上昇に伴い減少する（BADRELDIN[3]，西野入[84]）とする者と，増大する（山根[111]，MILLER[67]）とする者と，定型的変化を認めない（岡本[88]，石井[48]）者とあり一定しない.

尙 MILLER & MONGE は夏季の呼吸数増大率の比較で Merino 品種の低いことから，呼吸調節機能と羊毛生産効率の高さとの間に関係があるという興味ある報告を行っている．唯これらの報告はいずれも発育過程を系統的に追求していない.

動物に及ぼす栄養の影響と，これに伴う生理的変動については，人体において特に血清蛋白質の消長を追求した多くの実験がある．家畜においても，古くから種々の角度から試験されているが，最近 LUCAS & THOMSON[61]は豚において栄養良好な群は一般に体温・脈搏及び血液中に含まれる諸成分が対照群より高いことを報告している．然しながらこの場合も，緬羊の発育に及ぼす影響を追求した研究は殆どなく，我が国では全くない.

発育に及ぼす運動の影響についても，家畜においては，その外形的変化を追求した報告は多いが（例えば緬羊では畜試長野支場の仔緬羊の放牧に関する試験[20]），これらの報告は主として放牧の効果についてであるから栄養と運動の綜合的効果となつている．更に運動によって発育中の生理的変動がどのように変化させられるかという問題については殆ど報告されていない.

以上のように緬羊の発育を生理学的に追求する研究は殆どないが，我が国の如く高温多湿な気候条件と特殊な飼養管理の下では，多くの技術上の問題が提供されており，従つて仔緬羊の

発育についても，こうした環境下で仔緬羊がどのような生理的変動を行うかを知る必要がある．

著者は予め季節の影響を確め，次いで発育過程の生理的変動並にこれに及ぼす各種要因の影響を明かにする目的で1950年以来試験を行った．

(2) 試験の設計と方法

1) 試験の設計

予め季節変動の影響を明にするため，試験I（自1950年10月至1951年8月）において当才の去勢羊4頭を用い11月から翌年酷暑期にわたる緬羊の体温・呼吸数・脈搏数及びその血液性状の変化を追求した．

次に仔羊の成長過程における生理的変動を明にする目的で生後3ヵ月の去勢仔羊6頭を用い試験II（自1951年6月至1952年3月）を実施した．この際季節・栄養状態及び生後6ヶ月以後における運動の影響を試験した．

試験III（自1952年2月至1953年2月）においては出生直後の牝羊5頭及び牡羊1頭を用い、試験IIと同様生後1ヵ年間の生理的変動を明にすると共に，季節・栄養状態と併せて幼時における運動の影響について試験した．

2) 供試緬羊

供試緬羊は東京農工大学繊維学部付属農場で飼育した Corriedale 品種仔羊を使用した．同農場の基礎牝羊は1946年以来旧駿河種畜牧場及び東京都種畜場産の牝羊を基礎として，逐次生産・育成・淘汰を行ってきたものがあるから，遺伝的にみて比較的斉一な緬羊群からなっている．

試験Iでは1950年3月産同一種牡から出た去勢仔羊4頭を使用した．No. 50−1と No. 50−2は栄養中等，No. 50−3と No. 50−4は栄養状態はやや不良であった，

試験IIでは1951年2～3月産同一種牡から出た去勢仔羊6頭を用いた．生時ほぼ体重は等しく，発育もそろって中等程度であるが，唯 No. 51−4 は終始，No. 51−6 は11月頃より発育がやや不良であった．

試験IIIでは1952年2月産の双仔2組，同父同一母系1組計3組6頭（牝5，牡1）を用いて試験した．

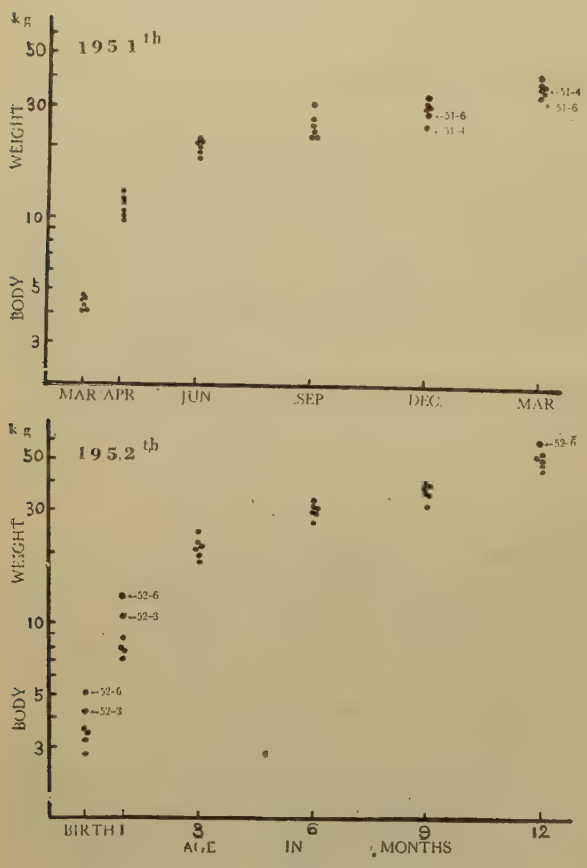
試験II及びIIIの供試仔羊の発育状態は Text-fig. 1 の通りであつて，試験IIIの供試仔羊はほぼ標準的発育をとげて居り，唯 No. 52—6と52—4は生時体重と生後30日目体重は他より大きい．又双仔同士では No. 52—1 は No. 52—2 に比較して少し劣っていた．

3) 試験方法

供試緬羊は他の仔緬羊と同一管理の下に飼育された．No. 51—2 と 51—3 は三村[68] の方法により，10月以降12月半まで大麦畑を利用して雨天の日を除き，毎日輪換放牧を実施した．No. 52—2・52—5・52—6は生後30日目以後 180 日目に至る間，晴天の日は緬羊舎を中心とする広い区劃内を毎日3時間自由な逍遙運動を課した（三村[72]）．

試験I及びIIでは，前者は11月から4月に至る各月及び8月，後者では6月，9月，12月及

び3月の夫々中旬頃を中心とする前後3日間（但し晴天の日を選ぶ．午前10時から11時半の間．関係湿度凡そ55～77%），試験IIIでは供試緬羊の生後30日目，90日目，180日目，270日目及び360日目の夫々前後3日間（但し30日目は2日間）各種の測定及び採血を行った．試験成績はその平均値をとった．



Text-fig. 1 Growth in weight of the lambs studied about the physiological transformation

供試緬羊は正常の姿勢に軽く保持し，安静状態に入ってから直腸温（棒状水銀体温計を直腸内に 5 cm 挿入）を測定し，同時に呼出気音と心搏音を聴診して夫々体温・呼吸数及び脈搏数とした．

採血後直に，硫酸銅法により全血比重と血漿比重を測定し，更に三村[73][74]に従い

$$H_b\ (g/dl)=34.4\times\frac{G_B-G_p}{1.0972-G_p}$$

$$x\ (g/dl)=400\times(G_p-1.0071)$$

（但しG_B：全血比重，G_p：血漿比重）よりヘモグロビン濃度と血漿蛋白質濃度を計算し，試験成績はその平均値をとった．

(3) 試験成績

1) 試験Iの成績

Tab. 1の通り測定期間の差はすべて有意となっている（Appendix 1 参照）即ち体温は次第に下り1月期最低となるが再び上昇し，8月期は急激に上昇して最高となっている．呼吸数は体温と同様な変動をしているが，脈搏数は1月期と8月期が共に低く，11月期と12月期が高く体温その他とは異る傾向を示している．

全血及び血漿比重は共に8月期最低となり，冬季は高い．ヘモグロビン濃度と血漿蛋白質濃度も同様な傾向を示している．但し全血比重とヘモグロビン濃度は3月期が最高値となっている．

試験Iの結果は体温及び呼吸数は夏季高く冬季低く，血液比重と血液中の諸成分はその反対の，一定の季節的変動をすることを示している．

2) 試験IIの成績

Tab. 2 の通り，すべて測定期間は有意の差となり，尙体温・脈搏数及び血漿蛋白質濃度は個体間の差も有意となっている．

即ち血漿比重と血漿蛋白質濃度以外6月期が最高で，体温・呼吸数及び脈搏数は9月期これに次ぎ，血液性状では9月期最低となって後再び上昇している．

Table 1 Results gained from Exp. I

	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Aug.
Body temp.(°C)	39.9	39.5	39.3	39.5	39.4	39.4	40.4
Respiration rate (per min.)	44	34	23	24	28	32	68
Pulse rate (per min.)	108	109	90	95	97	95	86
Sp. g. of whole blood	1.0430	1.0450	1.0450	1.0428	1.0458	1.0429	1.0410
Sp. g. of bloodplasma	1.0221	1.0224	1.0235	1.0221	1.0224	1.0231	1.0216
Haemoglobin concent. (g/dl)	9.82	10.47	10.13	9.40	10.75	9.17	8.83
Protein contents (g/dl)	6.05	6.10	6.62	6.02	6.08	6.42	5.80

Table 2 Results gained from Exp. II

	Lamb no.	June	Sept.	Dec.	Mar.	Analysis of Variance
Body temp. (°C)	51－1	40.0	40.1	39.6	39.8	$F_B > F^3_{15}(0.01)$ $F_V > F^5_{15}(0.05)$
	51－2	40.4	40.1	39.8	39.8	
	51－3	40.4	40.0	39.7	39.8	
	51－4	39.9	39.9	39.7	39.4	
	51－5	40.3	39.9	39.8	40.0	
	51－6	40.4	40.3	39.7	39.8	
	Average	40.2	40.0	39.7	39.8	
Respiration rate (per min.)	51－1	57	57	43	32	$F_B > F^3_{15}(0.01)$ $F_V < F^5_{15}(0.05)$
	51－2	73	62	51	46	
	51－3	82	71	44	45	
	51－4	84	67	29	30	
	51－5	67	58	46	53	
	51－6	90	80	45	33	
	Average	76	66	43	40	
Pulse rate (per min.)	51－1	121	99	97	94	$F_B > F^3_{15}(0.01)$ $F_V > F^5_{15}(0.05)$
	51－2	128	92	96	92	
	51－3	118	101	95	99	
	51－4	120	108	97	105	
	51－5	110	100	91	92	
	51－6	129	106	106	105	
	Average	121	101	97	98	
Sp. g. of whole blood	51－1	1.0485	1.0380	1.0460	1.0440	$F_B > F^3_{15}(0.01)$ $F_V < F^5_{15}(0.05)$
	51－2	1.0485	1.0360	1.0440	1.0425	
	51－3	1.0485	1.0360	1.0440	1.0430	
	51－4	1.0485	1.0350	1.0420	1.0435	
	51－5	1.0490	1.0390	1.0430	1.0440	
	51－6	1.0485	1.0370	1.0440	1.0430	
	Average	1.0486	1.0368	1.0438	1.0433	

Sp. g. of bloodplasma	51−1	1.0226	1.0211	1.0236	1.0231	$F_B > F^3_{15}(0.01)$
	51−2	1.0226	1.0211	1.0231	1.0236	
	51−3	1.0226	1.0211	1.0226	1.0231	
	51−4	1.0226	1.0206	1.0221	1.0231	$F_V < F^5_{15}(0.05)$
	51−5	1.0226	1.0216	1.0226	1.0236	
	51−6	1.0226	1.0211	1.0226	1.0226	
	Average	1.0226	1.0211	1.0228	1.0232	
Haemoglobin concent. (g/dl)	51−1	11.94	7.52	10.55	9.58	$F_B > F^3_{15}(0.01)$
	51−2	11.94	6.74	9.67	8.92	
	51−3	11.94	6.62	9.76	9.24	
	51−4	11.94	6.47	9.00	9.56	$F_V < F^5_{15}(0.05)$
	51−5	12.17	8.00	9.52	9.54	
	51−6	11.94	7.08	10.10	9.41	
	Average	11.98	7.07	9.77	9.38	
Protein contents (g/dl)	51−1	6.20	5.60	6.50	6.40	$F_B > F^3_{15}(0.01)$
	51−2	6.20	5.60	6.30	6.50	
	51−3	6.20	5.60	6.20	6.40	
	51−4	6.20	5.40	6.00	6.30	$F_V > F^5_{15}(0.01)$
	51−5	6.20	5.70	6.20	6.60	
	51−6	6.20	5.60	6.10	6.20	
	Average	6.20	5.58	6.22	6.40	

No. 51-2 and No. 51-3 were given for exercise.

F_B: significant difference between ages.

F_V: significant difference between individuals.

試驗IIの結果の内，体温・脈搏数及び呼吸数の6月期の測定値が9月期の測定値より高いのは，試驗Iにみられた夏季高く冬低い傾向とは多少異なつている．これは6月期即ち生後5カ月目から9月期即ち生後6カ月目の間における仔緬羊の生理的変化と考えられる．又6月期と9月期の気温の差が比較的小さかったのにも拘らず，全血比重とヘモグロビン濃度の両時期間の比較的大きな差異も，発育に伴う変化と考えられる．

之に反して血漿比重と血漿蛋白質濃度の測定値は，3月期＞12月期＞9月期となっていて，試驗Iにおいてみた季節による定型的変動とは異なる変化をみせ，発育に伴う変動と考えられる．

然し以上の発育に伴う変動を含めて，尙試驗Iにみたと同様な季節による影響も認められる．

尙No. 51−4及び12月期以後における No. 51−6のヘモグロビン濃度と血漿蛋白質濃度が他の仔羊より低いのはその栄養状態に関係するものと考えられる．

運動を課したNo. 51−2とNo. 51−3では他の仔羊との間に一定の差は認められなかった．

3) 試驗IIIの成績

Tab. 3の通り，脈搏数以外はすべて測定期間の差は有意であり，尙呼吸数・全血比重・血漿比重及びヘモグロビン濃度においては個体間の差も有意となっている．

体温は次第に上昇して生後180日目に最高となり後再び下降する．呼吸数は生後90日目に最高となり，180日目はこれに次ぎ，270日目に急減して最低となる．

全血比重及び血漿比重は次第に減じ生後180日目を最低として再び増大し，血漿比重では生後90日目までよりも高くなる．ヘモグロビン濃度は全血比重に，血漿蛋白質濃度は血漿比重に

全く同じ傾向を示している．

試験 III の各測定値が，試験 II のそれぞれの時期における測定値に比較的近似していることは，生後90日目及び6月期の各種測定値，特に血液性状に関する測定値の各個体間の差が特に小さい事実と共に注目に値する．後者は生後3カ月目が，緬羊の発育上特殊の意義を有するものと解される．即ちその前後の期間に比較すると一種の生理的安定期にあり，これに対し生後1カ月目は尚幼少期にあるため環境の変動に支配され易く，生後3カ月目以後は緬羊の個体差が発育に伴い大きくなるため，いずれも個体間の変動が生後3カ月目に比較して大きいのではなかろうか．このことについては考察においても論議する．

Table 3 Results gained from Exp. III

	Lamb no.	Age in days					Analysis of variance
		30	90	180	270	360	
Body temp. (°C)	52−1	39.2	40.0	41.1	39.7	40.0	$F_B > F^4_{20}(0.01)$ $F_V < F^5_{20}(0.05)$
	52−2	39.6	40.6	40.8	39.8	39.8	
	52−3	40.3	40.6	40.8	39.3	39.6	
	52−4	39.6	40.2	40.4	39.8	39.6	
	52−5	39.6	40.0	40.8	39.4	39.5	
	52−6	40.4	40.6	40.8	39.8	39.8	
	Average	39.8	40.3	40.8	39.6	39.7	
Respiration rate (per min.)	52−1	53	74	89	35	51	$F_B > F^4_{20}(0.01)$ $F_V > F^5_{20}(0.01)$
	52−2	40	78	60	45	40	
	52−3	50	68	75	42	39	
	52−4	37	62	68	41	40	
	52−5	36	68	58	30	26	
	52−6	52	81	76	39	48	
	Average	45	72	71	39	41	
Pulse rate (per min.)	52−1	60	106	126	88	118	$F_B < F^4_{20}(0.05)$ $F_V < F^5_{20}(0.05)$
	52−2	94	123	114	86	96	
	52−3	112	107	123	91	108	
	52−4	144	112	114	96	112	
	52−5	138	129	118	102	114	
	52−6	153	122	120	118	126	
	Average	117	116	119	97	112	
Sp. g. of whole blood	52−1	1.0480	1.0480	1.0385	1.0410	1.0410	$F_B > F^4_{20}(0.01)$ $F_V > F^5_{20}(0.01)$
	52−2	1.0470	1.0490	1.0380	1.0430	1.0425	
	52−3	1.0500	1.0485	1.0415	1.0460	1.0460	
	52−4	1.0480	1.0500	1.0420	1.0500	1.0490	
	52−5	1.0475	1.0460	1.0410	1.0450	1.0460	
	52−6	1.0510	1.0485	1.0405	1.0450	1.0465	
	Average	1.0486	1.0483	1.0402	1.0450	1.0452	
Sp. g. of bloodplasma	52−1	1.0211	1.0226	1.0216	1.0231	1.0221	$F_B > F^4_{20}(0.01)$ $F_V > F^5_{20}(0.05)$
	52−2	1.0211	1.0226	1.0211	1.0241	1.0236	
	52−3	1.0241	1.0221	1.0226	1.0241	1.0241	
	52−4	1.0221	1.0226	1.0216	1.0236	1.0246	
	52−5	1.0221	1.0226	1.0216	1.0236	1.0226	
	52−6	1.0241	1.0221	1.0226	1.0236	1.0236	
	Average	1.0224	1.0224	1.0218	1.0237	1.0234	

Haemoglobin concent. (g/dl)	52−1	12.16	11.60	7.69	8.40	8.66	
	52−2	11.71	12.06	7.64	9.02	8.74	
	52−3	12.19	12.10	8.63	10.30	10.30	$F_B > F^4_{20}(0.01)$
	52−4	11.86	12.64	9.48	12.46	11.64	
	52−5	11.63	10.79	9.02	10.09	10.60	$F_V > F^5_{20}(0.01)$
	52−6	12.66	12.09	8.25	10.08	10.62	
	Average	12.04	11.88	8.45	10.06	10.09	
Protein contents (g/dl)	52−1	5.60	6.20	5.80	6.30	6.00	
	52−2	5.60	6.20	5.60	6.80	6.70	
	52−3	6.80	6.00	6.30	6.80	6.80	$F_B > F^4_{20}(0.01)$
	52−4	6.00	6.20	5.70	6.60	6.90	
	52−5	6.00	6.20	5.70	6.50	6.30	$F_V < F^5_{20}(0.05)$
	52−6	6.80	6.00	6.20	6.50	6.70	
	Average	6.13	6.13	5.88	6.58	6.57	

No. 52-2, No. 52-5 and No. 52-6 were given for exercise.

No. 52-1 and No. 52-2, No. 52-4 and No. 52-5 are twin pairs.

No. 52-3 and No.52-6 are a half sister and their mother ewes are the same strain.

F_B: significant difference between ages.

F_V: significant difference between individuals.

試験IIIの結果は，試験I及びIIと同様に季節の影響を示しているが，同時に体温・呼吸数・脈搏数・全血比重及びヘモグロビン濃度は比較的幼少期に高く，血漿比重と血漿蛋白質濃度は発育と共に高くなる傾向を試験IIの結果以上に明に示している．

生時及び生後30日目の体重の大きいNo. 52—3・52—6の生後30日目における体温・全血比重・血漿比重及び蛋白質濃度は比較的高い．逆に発育やや不良なNo. 52−1は生後180日目以後そのヘモグロビン濃度と血漿蛋白質濃度は概して他より低い．又運動を課したNo. 52—2・52—5及び52—6を対照のNo. 52—1・52—4及び52−3に比較すると，運動群の呼吸数は生後30日目に低く，90日目に高く，180日目に再び低くなる傾向が認められる．この2つの事実は，前者は栄養の影響を，後者は運動の効果を示すものとして注目される．

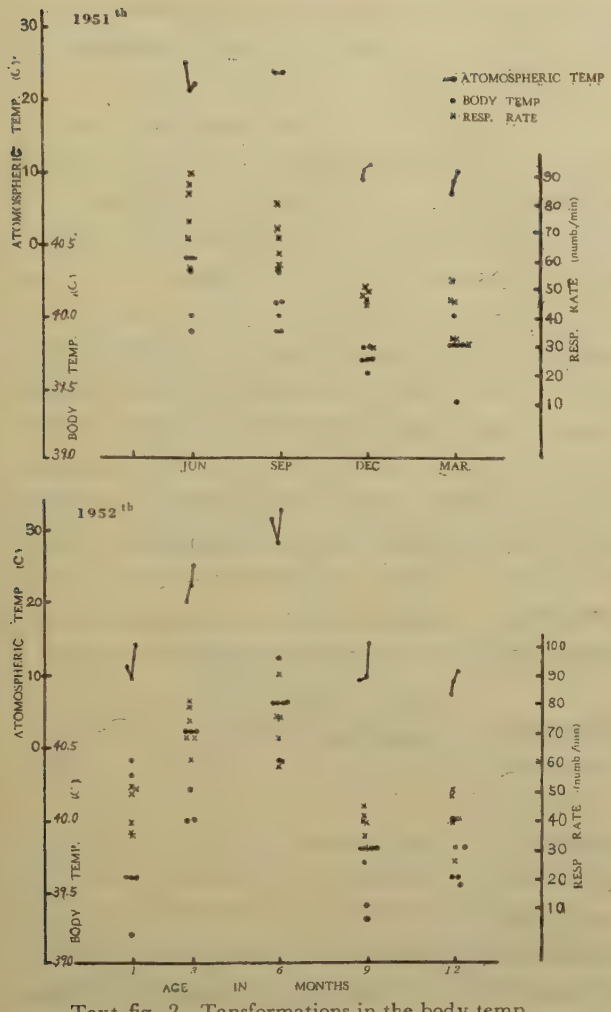
(4) 考　　察

1) 体温・呼吸数及び脈搏数の変動

試験Iの結果にみられる変動が主として季節的変化によるものであり，そしてこの季節的変動の原因は，多くの報告者と同様主として気温の変動によるものと考えられる．試験III以外はできるだけ晴天の日を選んで測定したから，前述のように測定日の関係湿度は55%～77%の間にあり，湿度の影響は小さいと認められるからである．

勿論特に高温環境においては，関係湿度の高い場合はこれが外気温と共動して体温と呼吸数，特に後者の増大に作用することはBADRELDIN[2]，山根等[111]の報告の通りと考えられるが，これを否定する報告者もある（野田[85]，北脇[56]）．

脈搏数は前述の如く，緬羊においてもMILLER & MONGE[67]は気温の上昇に伴い増大すると報告しているが，試験Iでは1月期と8月期に低く，試験IIでは6月期のみ高く，試験IIIでは有意の差を示さない．即ち定型的変化が認められなかった．然し何れも概して幼少期に高いことは認められる．



Text-fig. 2 Tansformations in the body temp. and the respiration rate

体温及び呼吸数も Text-fig.2 にみるように幼少期が相対的に高い．試験Iの11月期における体温の比較的高いこと，試験IIIの生後90日目の呼吸数が180日目のものより高くなっていることも幼少期の影響と考えられる。GAALAAS(33) その他の主張する如く，幼少期には気温上昇に対する感作の大きいことも関係するであろう．

山根等(111) は乳牛における臨界温度は 28°C としているが，Text-fig. 2にもみるように仔羊は外気温が 25°C 以上に上昇すると体温及び呼吸数の上昇が著しく，個体によっては早くも所謂 Polypnoea の状態を示すものも現われる．仔羊の厚い被毛に被われた特性と，外気温に対する感作の大きい結果と考えられる．

2） 全血比重・血漿比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度の変動

血液比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度が夏低く冬高い季節的変動については，兎における原島片田，(41) 人体における吉村等，(115) 江口(26) その他多数の報告があり，本試験の結果もこれを立証した．

試験IIとIIIの血液性状が閹と牝の違い，年度・気温の多少の差異にも拘ず非常に近似しているのは興味深い．前述の季節的変動とは別に，月令の進行に伴う変動の非常に大きいことを意味すると共に，閹と牝の性別による差の小さいことを示すものとみられる．

全血比重とヘモグロビン濃度は生後30日目と90日目（6月期）が高いが，遺憾ながら出生時の血液性状について測定しえなかったので，人体における新生児＞小児＜成人の関係を緬羊に当てはめて生後30日目位が果して新生児に当るかどうか，そして90日目位が小児期の段階にあるのかどうかを知ることはできない．

血漿比重と血漿蛋白質濃度は，季節的変動を別にすれば月令と共に増大する傾向を示し，人体における観察と一致する．

3） 運動及び栄養の影響

運動の効果は試験II及び試験IIIの結果からみると，殆ど認められない．対照羊の舎内及び附設運動場内の活動を抑制していないことも原因するであろう．然し運動羊の呼吸数は対照に比

較して，生後90日目では多く8月期に当る180日目で逆により少いことは所謂鍛練の効果と認められ，MILLER & MONGE[67]の羊毛生産効率の大きい程高度の呼吸調節機能を有するのではないかとの主張と関連して興味深い．

No. 51−4，12月期以後におけるNo. 51−6 及び No. 52−1 は栄養不良のため，そのヘモグロビン濃度及び蛋白質濃度が他より低くなっている．然し発育の特によいNo. 52−6 その他が逆に高くならないのは LUCAS[61]の報告とも一致し，人体の場合低蛋白質食ではヘモグロビン濃度及び蛋白質濃度の減少をみるが，高蛋白食を與えても高度の調節機能を有する関係で血液性状の変化をみないと主張する山本[110] の説は緬羊についても考えられる．

4) 生後3カ月目の生理的意義

新生直後の仔羊についての各種の生理的測定値は，外的環境の影響のため殆ど意味をなさない場合が多く実験を断念せざるをえなかった．人体においても，例えば西村・吉松[82]は僅か2例についてではあるが，体温の逐日的観察においてこのことをみて居り，生後120日目頃から始めて安定すると述べている．

試験II及びIIIにみた仔緬羊生後90日目或は6月期における生理的安定状態は，単に気温等による影響とは認めがたい．例えば試験IIIにおける生後30日目の各仔羊の測定時の外気温はTab. 4の通りで，その差は余り大きくないのに反し個体間の差は双仔間でも大きい．又生時体重の大きいNo. 52−3 及び No. 52−6 の体温・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度は他より明かに高い．

Tab. 4 Atomospheric temperature when the lambs in Exp. III were bled at 30～31 days old.

Lamb no.	First day (°C)	Second day (°C)
52−1, 52−2	12	13
52−3	9	13
52−4, 52−5	13	14
52−6	13	14

生後30日目では仔緬羊の各種の生理的調節機能が十分発達していないと考えれば，上記の個体差は栄養その他の差を現わすものとなる．生後90日目（或は6月期）ではすでに調節機能が発達し，他方尚離乳前にあるため栄養的にも生理的にも比較的安定した状態にあり，生後90日目以後は離乳直後の不安定期を経て個体間の差がそれぞれ生理的にも大きくなると考えられる．

生後3～4カ月目の間に行われる離乳の影響の大きいことは(III)に，羊毛成長上の意義は(IV)に述べられるが，生後3カ月日前後は仔緬羊の発育上重要な転機をなしていることが生理的にも窺い知られるであろう．

(5) 結　　論

1) 仔緬羊の発育過程における生理的変動に関する研究は，従来までは殆ど顧みられていない．然し仔緬羊が発育過程において示す生理的変動の定型を知り，その意義を明かにすることはいうまでもなく極めて重要である．特に我が国のような高温多湿の気候条件下では，この悪環境の生理的影響を知ることは飼養管理上に益するところも非常に多いであろう．

2) 試験Iにおいて，体温・呼吸数・脈搏数・全血比重・血漿比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度のそれぞれの変化を測定し，体温及び呼吸数は夏季に高く冬季に低く，全血比重・血漿比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度は逆に夏季に低く冬季に高い傾向を有することを知った．

3) 試験II及び試験IIIにおいても試験Iと同様の季節的変動の傾向を確めた．

4) 試験II及び試験IIIの結果，一定の季節的変動とは別に，体温・呼吸数・全血比重及びヘ

ヘモグロビン濃度は幼少期に比較的高く，血漿比重と血漿蛋白質濃度は月令がますにつれて高くなる傾向が認められた．

5） 従って仔緬羊は夏季高温時に体温の上昇と呼吸数の増加が甚しい．時には呼吸頻迫して polypnoea の状態を示した．

尙季節的変動の主要因は試験の経過からみて気温の変化と考えられる．

6） 運動の影響は殆ど認められなかったが，試験IIIの双仔間の変化を比較すると，運動羊の呼吸数は対照より初め多くなるが，高温の影響によって増加する夏季には対照よりかえって少い傾向を示した．鍛錬による呼吸調節機能の増強と考えられる．MILLER & MONGE[67] のいう如く，呼吸調節機能と羊毛生産効率の関係が深いとすれば，運動の効果は注目に値する．

7） 発育不良の緬羊はヘモグロビン濃度と血漿蛋白質濃度の低い傾向が認められた。然し発育の非常によい緬羊のこれらが他より特に高いということはなかった．

8） 生後1カ月目には生時体重の大きい，発育のよい緬羊の体温・血液比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度は他に比較して高い傾向があり，生後6カ月目以後にはこれらの個体間の差がやや大きくなる．これに反し生後3カ月目にはこれらについての個体間の差が殆どない事実が認められた．生後3カ月目が緬羊の発育上1つの転機をなすことを示すものであろう．

9） 脈搏数の変化については，本試験では定型的変化を認めることはできなかった．

（Appendicesは広島大学水畜産学部畜産学教室に保管されている．希望者は申し込まれたい．）

（III） 発育過程における仔緬羊の体重及び体型変化

(1) 緒　　論

緬羊の生物統計学的研究は非常に数少い．我が国では竹内等[103]が東北地方に飼育される Corriedale 品種成羊について生物統計学的恒数を算出し，体高を規準としてその $M \pm \delta$ の間に入る牝羊181頭，牡羊4頭の体型を調査報告しているが，発育中の変化はみていない．

畜産試験場長野支場[19]，群馬県種畜場[37]，福島種畜牧場[31]等の業務報告その他には仔緬羊の発育調査報告がみられるが果して同一材料について発育を追って調査したものかどうかが明かでなく，又その理論的究明もなされていない．

諸外国においては HAMMOND[40] は肉緬羊の発育を研究して，各発育の時期により羊体各部の発育に差違のあることを報告し，WALLACE[106]，次いで PÁLSSON & VERGÉS[91] は Suffolk 品種，或いは Border Leicester × Cheviot 雑種について，胎仔の発育及び出生後の発育に及ぼす栄養の影響につき興味ある報告をしている．WALLACE[106] は又離乳時までの発育において生後1カ月までは母乳の量と直線的関係を有し，1カ月以後は母乳量の他補助飼料に関係すること，仔緬羊の大小・活力及び双仔或は単仔の関係，分娩1カ月前からの母羊の栄養状態がその泌乳量従って仔緬羊の発育に大きく影響するとも報告している．これらHAMMOND 一派の研究は緬羊のみならず家畜体各部の発育における異なる発育段階という概念を明かにした点で重要な意義を有するが，何れも肉緬羊屠体の発育を問題にしており，又その関係から離乳時までの発育について十分な検討がなされていないから，非常に特異な環境条件を有する我が国 Corriedale 品種の発育については別に検討を要するものと考えられる．

他の家畜については，1910年 WAGNER[105] は発育中における牛の体重・頭骨・その他牛

体各部の変化について報告し，1927年 BRODY等[7] は牝乳牛の発育に ROBERTSON の式を応用した成長曲線算式がよくあてはまること，又家畜の発育では急速に増大する時期と次第に増加量の減少する時期があり，前者を self-accelerating phase，後者を self-inhibiting phase と呼び，その屈折転向点はほぼ性成熟期に相当すると発表した．

羽部[38] は我が国の和牛及び Holstein 品種の発育にも体重と月令の間に直線的関係の時期と曲線的関係の時期があり，前者は $Y=a+bx$（但し Y：体重，a, b：恒数），後者は $\log(A-y)=\log B-Kx$ 或は $\log(A-y)=a+bx$〔但しA：成熟体重，y：測定時体重，a或は $\log B$，b 或は $-K$：恒数〕によってあらわすことが出来ると報告している．又牛体各部中体高は最も外的環境の影響が少いと報告している．羽部の研究は，我が国の牛体発育を数量的に把握する意味において1の道標的意義を有するが，発育過程における外的環境の影響が検討されていないため，発育標準と標準体型を将来の改善方向に沿うて検討する見地からみると不十分であって，元来緬羊は牛に比較して遙に外的環境に影響され易いから羽部の式をあてはめることは勿論危険である．

この点についてみると，井口等[47] は Holstein 品種の犢を乳汁代用飼料で育てたものは標準に比較して生体量は劣らないが，体長は体高に較べて短いことを報告し，畜試中国支場[17] は産地の異る和牛牝犢を生後6カ月以後同一環境で飼育した結果発育に大差なかったと報告し，三田村等[77] は自然放牧が幼畜の発育に及ぼす影響を試験している．

外国においても LUSH[62] 等は胸深・体長等は冬季の飼料不足期に成長が殆ど止ることを，又 HAMMOND[40] は胸巾等は筋肉の成長に関係するため非常に栄養に影響されることを，更に MCMEEKAN[65] は豚において，PÁLSSON[91] は緬羊において遅れて発育する部分が発育中の栄養状態により影響されることを報告し，なお MÁYNARD[64] は発育初期の成長の遅延はその後の環境の改善によつても完全には回復しないと主張している．

最近 JOUBERT[51] は牛の Holstein品種・Jersey 品種・Shorthorn 品種及び Africander 品種を用い，双仔を比較する方法により，冬季における放牧場の草の栄養低下が各家畜の発育・繁殖・泌乳量等に及ぼす影響を試験して前記諸氏の主張を確めている．

要するに (1) 生後発育における家畜体各部間に成長勾配 (growth gradient) が認められるか？ (2) 外的環境はこの成長勾配をどのように変化するか？ (3) 発育中における外的環境の影響による発育の遅延はその後の環境改善によって回復できるか？等についてはなお多くの重要問題が残されている現状である．

我が国の緬羊飼育の現状では，技術水準及び飼養法に大きな地域差が認められ，且前述のように環境に影響され易いから，その急務とされる発育標準と標準体型の設定にあたっても将来の改善方向に沿うて捉えることが必要であり，そのためには先ず発育中における体重増加及び体型変化を個々の量的変化よりも，HUXLEY[40] や WALLACE[106] 等の所謂 'whole pattern of growth as it changes' を知ることが肝要である．そしてこの種の研究を著者は寡聞にして知らない．

著者はこうした立場に立って，1949年以来，仔緬羊の生時から生後12カ月目までの発育変化を追求し，更に栄養と運動の影響を試験し一応の成果を得たので報告する．

尚試験に際しては，同一緬羊の発育を追求することを目的とした為，少しでも測定洩れのあった個体は除外した．又栄養及び運動の影響を確める試験にはできる限り双仔を比較する方法をとった．以上の関係から供試頭数が比較的少く，牡は生後9カ月目までの変化しかみること

ができなかったのは遺憾である．

然し前述のように，著者の目的は，統計的数値を算出するのではなく，仔緬羊の発育過程における，体重と体型の変化にみられる一定の傾向を知ろうとするのであるから，特に支障はないものと信ずる．

(2) 試験の設計と方法

1) 試験の設計

1949年以来1953年に至る附属農場飼養の仔緬羊について，各個体の生後12ヵ月目（牡は9ヵ月目）に至る間の体重及び羊体各部を測定し生物統計学的恒数を算出してその変化を比較検討した．この際個体の変化とその条件を重視する方針から，発育程度その他による取捨選択を行わなかった．従って供試仔緬羊は供試期間中一貫した条件で飼養され，供試されたもののみをとった．

体型変化に及ぼす運動の影響を明かにする目的で1952年及び1953年，双仔を主とする5組の仔緬羊を2群に分け，(II)にのべた方法により，生後1ヵ月目から6ヵ月目まで運動を課した群の体型変化を対照群のそれと比較した．この際2群の体重増加は同一状態に保つよう留意した．

1954年は，発育の屈折転向点と考えられる生後3ヵ月目までの発育に及ぼす運動と栄養の影響を明かにする目的で，双仔を主とする5組の仔緬羊を2群に分け，運動を課し発育良好な群の変化を対照群のそれと比較検討した．

2) 供試緬羊

すべて附属農場において生産育成された Corriedale 品種仔緬羊を使用した．

1949年生産の牝5・牡1・閹3，50年生産の牝4，51年生産の牝3・閹7，52年生産の牝5・牡2・閹1，53年生産の牝6・牡1，計牝23・牡4・閹11で，他に1954年生産の牝4・牡6を使用した．

供試緬羊は（II）にのべた通り遺伝的にみて比較的斉一な個体からなり，同一年度間の個体は少くとも父種牡は同じ関係にあり，全供試仔緬羊48頭はすべて8母系の何れかに分類され，双仔14頭を含んでいる．

閹羊は生後10日目前後に去勢を行った．

断尾は生後7～10日目，離乳は生後3～4ヵ月目で，その他の飼養管理は常法によった．

1952年と1953年に実施した運動の試験では，3組の双仔，2組の同父同一母系，計5組を使用し，各対の仔緬羊は運動群と対照群の2群に分け供試した．

1954年では3組の双仔，2組の同父同一母系，計5組をとり，夫々運動・栄養良好群と対照群に分け供試した（以下前者をA_4群，後者をB_4群と称する）．

3) 試験方法

生時（体尺の測定は出生2日目），1ヵ月目，2ヵ月目，3ヵ月目，4ヵ月目，6ヵ月目，9ヵ月目，12ヵ月目（但し1953年，54年は1ヵ月を30日として計算）に各個体の体重を秤量し，体高その他を常法によって測定した．この際羽部等[39]の見解に従い，測定時間は午前10～11時の間に一定した．体尺の測定部位は次の通りである．

体高：き甲頂点より地上に至る垂直距離

体長：左肩端より左坐骨端に至る直線距離

尻長：左腰角前隅角より左坐骨端に至る直線距離
胸深：き甲後より左肩胛骨上隅直後を通り胸底に至る垂直距離
胸巾：肩胛骨上隅を通る垂直面上の左右肋側最広部の水平距離
胸前巾：左右肩端間の水平距離
腰角巾：左右腰角外縁間の水平距離
臏巾：左右臏関節間最広部の水平距離
前肢長：左前膊骨橈骨小頭から地上に至る垂直距離

各測定値から夫々牝牡閹別（但し牡は9カ月目まで）に平均価・標準偏差及び変異係数を算出した．次に各測定値の平均価を生後月令を横軸とする片対数図表に図示して比較し，更に，羊体各部の変化を HUXLEY[40] や WALLACE[106] 等の所謂 Specific growth rate として把握するため，体高を横軸，体長その他を縦軸とする両対数図表を描き比較した．

1949年度より1953年度の間に供試した牝羊23頭の内，生後12カ月目体重の平均価 M，標準偏差 δ からノルムの概念を導入して，$M+\delta$ より大きい個体群（A_1群とする）と，$M-\delta$ より小さい群（B_1群とする）を選んだ．更に $M\pm\delta$ の間の個体から，生後3カ月目において全体の体重平均価より小さく，生後12カ月目において全体の体重の平均価より大きい個体群（C_1群とする）と生後3カ月目において全体の体重平均価より大きく，生後12カ月目において全体の体重の平均価より小さい個体群（D_1群とする）を選んだ．

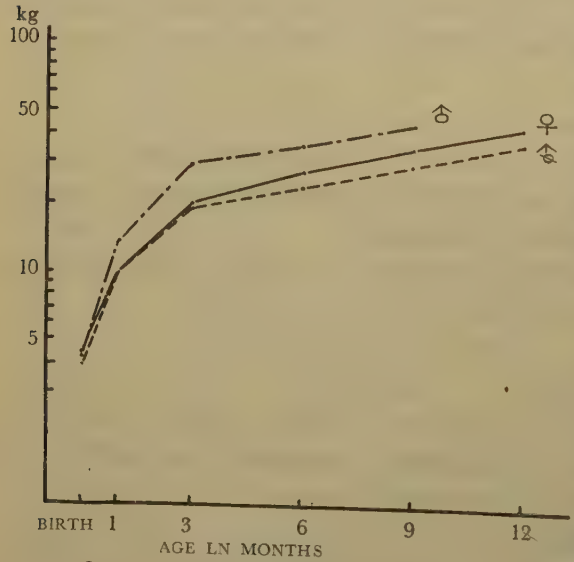
A_1群・B_1群・C_1群及びD_1群は生後3カ月目における発育の差がその後の発育に及ぼす影響を比較し，又生後12カ月目におけ発育の差とその体型変化の関係を検討する目的に供した．

A_1群の頭数は3頭，B_1群5頭，C_1群5頭，D_1群3頭に過ぎないから，運動の影響に関する試験及び1954年度の試験と共に，すべてその差の有意性を検定して比較検討した．

(3) 試 験 成 績

1) 体重及び体型変化

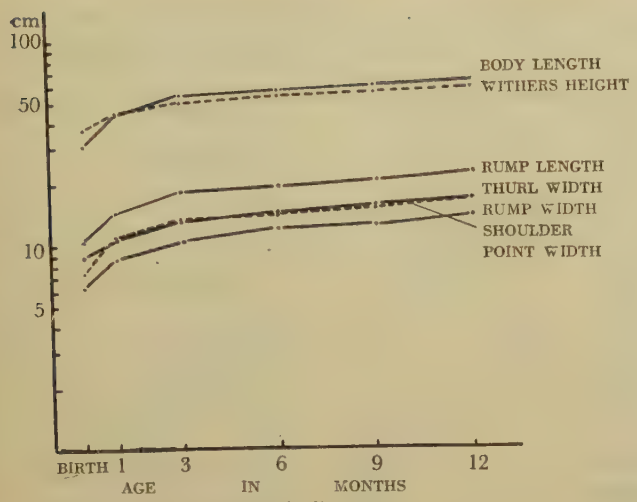
それぞれの平均価は Tab. 5～7，標準偏差と変異係数は Appendix 2～4 に示した。これを片対数図表に図示すると Text-fig. 3～6 の通りである．



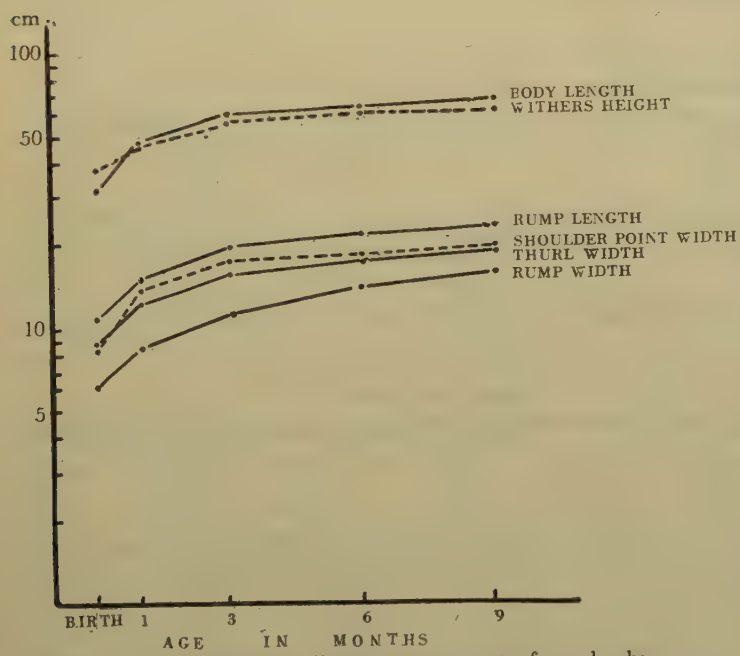
Text-fig. 3 Growth in weight of the lambs

生後3カ月目を境としてそれ以後の発育量が急減し，挿図では明かな直線的傾向を示している．即ち，生後3カ月目以後の発育は生後月令 x に対し $y=\log x$ の変化を示すことになり BRODY[7] や羽部[38] が生後月令に対する函数的変化を示すとしたある時期以後の乳牛の変化に一致する．

然し生後3カ月目までの変化は，3カ月目以後の変化と一致しないから，$y=\log x$ を適用できないことになる．生後3カ月目までの発育は前述の BRODY の self-accelerating phase, 羽部の直線的発育時期に相当するものと考えられ，これを普通グラフに書換えてみると，明かに生後



Text-fig. 4 Development in linear measurements of ewe lambs



Text-fig. 5 Develoment in linear measurements of ram lambs

3カ月目までは直線的傾向を示している(Text-fig. 10).

従って生後3カ月目は発育における所謂屈折転向点をなしていて，(II)の生理的な転機とみられた事実と一致している.

羊体各部の発育中の変化についてみると，体長はその初期において体高より急激に発育し，尻長は体長の傾向とほぼ一致している.

胸深の変化は一部に測定洩れがあったため除外したが，運動の影響を試験した供試緬羊の発育成績，或は1954年度の成績では，体長同様生後3カ月目までの発育の特に大きいことが知られる.

胸前巾は初期においては臗巾より発育する．又腰角巾は臗巾にほぼ一致する傾向を示すが，生後9～12カ月目(牡では生後3カ月目以後)急に増大する.

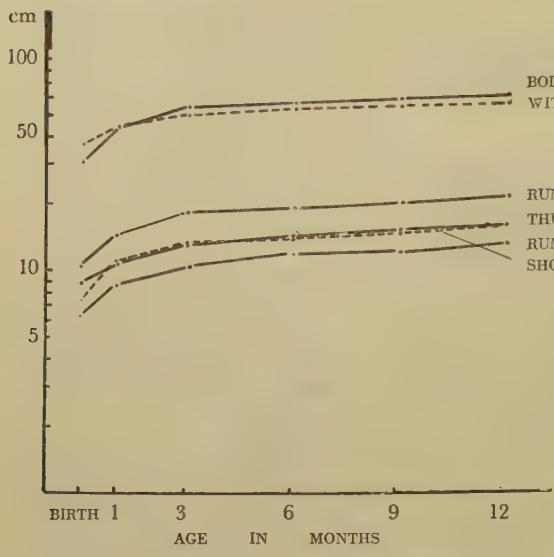
これらの変化は牝・閹及び(生後9カ月目迄ではあるが) 牡においても大差なく，唯牡羊の胸前巾は臗巾より大きくなり，幾分前勝ちの体型に変化している.

尚羊体各部の発育変化を体重変化と比較して，Text-fig. 3～6及び10で検討すると，体高の生後3カ月目までの変化はむしろ曲線的と認められ，体長の変化も体重より体高に近似する．但し体高・体長共に生後3カ月目の屈折は明かに大きい.

その他の部位の変化も，体高乃至体長に近似した曲線を描いている.

2) 各部位における発育速度

Appendix の変異係数を比較すると，特に体高の各月令における個体差の小さいことが知られる．従って体高を基準としてこれを横軸にとり，他の部位の測定値を各月令毎に縦軸にプ



Text-fig. 6 Development in linear measurements of wether lambs

ロットすれば，各点を結んだ直線の勾配変化はWALLACE[106]の所謂specific growth rateの変化を示すもので，体高の発育を基準とした各部の相対的発育速度の変化を現わすことになる．両対数図表に描いたText-fig. 7はこれを示し，次の事実を指摘することができる．

Tab. 5 Growth and development in body weight and in linear measurements of ewe lambs (Mean value±Probable error, n=23)

Age in months	Body weight kg	Withers height cm	Body length cm	Rump length cm	Shoulder point width cm	Rump width cm	Thurl width cm
Birth	3.9±0.10	36.0±0.30	30.6±0.44	10.2±0.14	7.5±0.15	5.8±0.10	8.3±0.16
1	10.0±0.10	43.7±0.36	43.7±0.42	13.9±0.13	11.4±0.12	8.2±0.09	10.9±0.23
3	20.0±0.45	51.8±0.38	55.8±0.51	18.2±0.26	13.9±0.17	10.4±0.10	13.6±0.20
6	27.5±0.61	56.5±0.40	60.0±0.58	19.9±0.23	15.3±0.11	12.7±0.15	15.6±0.12
9	34.4±0.74	59.2±0.44	63.9±0.67	20.8±0.61	16.6±0.15	13.8±0.17	17.3±0.15
12	43.0±1.05	61.1±0.45	67.0±0.51	22.3±0.25	18.5±0.17	16.1±0.27	18.5±0.17

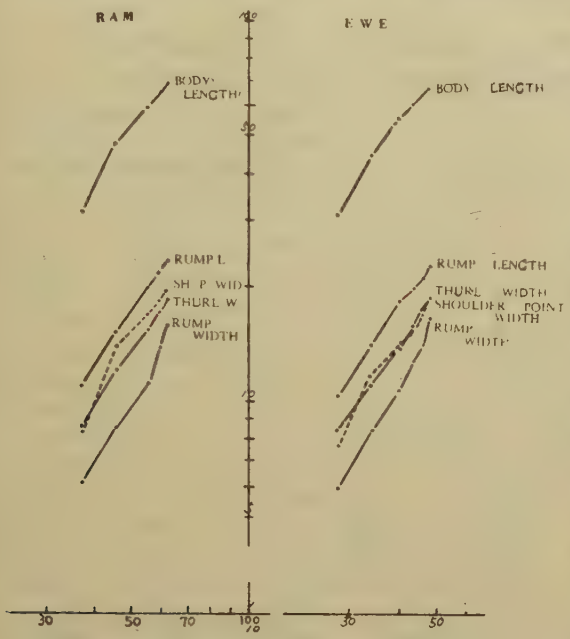
Tab. 6 Growth and development in body weight and in linear measurements of ram lambs (Mean value±Probable error, n=4)

Age in months	Body weight kg	Withers height cm	Body length cm	Rump length cm	Shoulder point width cm	Rump width cm	Thurl width cm
Birth	4.4±0.24	37.2±0.66	31.1±1.03	10.9±0.18	8.4±0.36	6.1±0.22	8.5±0.17
1	13.8±0.50	45.2±0.44	46.8±0.49	15.0±0.00	13.9±0.50	8.5±0.17	12.1±0.48
3	30.0±0.60	55.0±0.41	58.9±1.33	19.6±0.14	17.0±0.24	11.0±0.24	15.4±0.42
6	35.9±0.80	58.9±0.42	63.2±0.93	21.5±0.49	18.1±0.37	13.8±0.28	17.1±0.17
9	44.1±0.58	61.0±0.38	67.1±0.96	23.0±0.53	19.4±0.36	15.5±0.40	18.5±0.38

Tab. 7 Growth and development in body weight and in linear measurements of wether lambs (Mean value±Probable error, n=11)

Age in months	Body weight kg	Withers height cm	Body length cm	Rump length cm	Shoulder point width cm	Rump width cm	Thurl width cm
Birth	4.2±0.12	36.8±0.42	31.3±0.75	10.4±0.19	7.3±0.35	6.2±0.13	8.9±0.30
1	10.0±0.48	44.2±0.56	44.0±0.72	14.6±0.35	11.0±0.17	8.7±0.07	10.9±0.26
3	18.9±0.54	50.4±0.64	55.5±0.72	18.8±0.35	13.6±0.18	10.5±0.12	13.1±0.36
6	24.5±0.64	54.5±0.52	58.0±0.40	19.8±0.33	14.5±0.09	12.1±0.16	14.7±0.22
9	29.0±0.58	56.7±0.54	61.8±0.47	21.0±0.18	15.5±0.22	12.7±0.19	15.9±0.34
12	36.7±0.64	59.8±0.47	65.7±0.44	23.0±0.35	17.0±0.31	14.2±0.18	17.0±0.35

(イ) 体長と尻長の発育速度は，生後3カ月目以後減少する（牝)。但し尻長の発育速度を体長のそれに比較すると，始めやや小さく，後次第に追い越すか(牝)等しく（牡）なる．



Text-fig.7 Specific growth rate in linear measurements of lambs

(ロ) 臍巾と胸前巾の発育速度を比較すると，生後3カ月目までは胸前巾が大きく，3～9カ月目では逆に臍巾が大きいか（牝）殆ど差がなくなる（牡).

(ハ) 腰角巾の発育速度を臍巾に比較するとほぼ一致しているが，牡では生後3カ月目以後，牝では生後9カ月目以後に急に大きくなる傾向が認められる．

(イ)(ロ) の事実は何れも牝羊では後軀の発育が前中軀の発育に比較して，生後3乃至6カ月目以後大きくなる事実を示すものと認められ，牝緬羊の性成熟と関係するよう考えられる．

3) 発育に及ぼす栄養の影響

試験方法に述べた方法によって区別した4群間の発育変化をみるため，各群の体重・体高・体長・臍巾及び胸前巾の発育変化を Tab. 8 及び Text-fig. 8 に示した（Appendix 5参照).

(イ) 体重の差にほぼ応じて，羊体各部の発育にも差がみられる．特に A_1 群と B_1 群の間の差は大きい．

(ロ) 体高の発育は B_1 群と他の群の間にのみ有意の差が認められる．C_1 群と D_1 群の間の差は有意となっていないが，生後3カ月目では D_1 群＞C_1 群，生後12カ月目では C_1 群＞D_1 群となっていてその体重の関係と一致している．

(ハ)体長の変化は一般の傾向と同様に体高より大きく，B_1 群と A_1 群，B_1 群と D_1 群，C_1 群と A_1 群の間の差は有意になっている．

C_1 群と D_1 群の体長を比較すると，生後3カ月目では D_1 群＞C_1 群，生後12カ月目でも D_1 群＞C_1 群となっていて体高と異る傾向を示した．発育初期に発育量の大きい体長では生後3カ月目までの変化の重要性を示すものとして注目に値する．

(ニ) 胸前巾と臍巾とでは，B_1 群と D_1 群が A_1 群と C_1 群より小さい傾向が認められる．C_1 群の臍巾が生後3カ月目では D_1 群より小さいのに，生後12カ月目ではかえって大きくなり（その差は有意)，胸前巾では有意の変化が認められないのは，臍巾の発育速度が生後3カ月目以後胸前巾より大きい事実に関係する．即ち体長の場合と同様，発育速度の高い程栄養の影響を受け易いことを示すものであろう．

4) 運 動 の 影 響

1952年度と53年度における運動群と対照群の発育を Tab. 9 (Appendix 6) に比較した．体長以外有意の差は認められない．然し双仔間の比較により観察すると，体長の他，尻長・胸深・胸前巾に僅かながら運動の効果が考えられる．

5) 栄養及び運動の綜合的影響

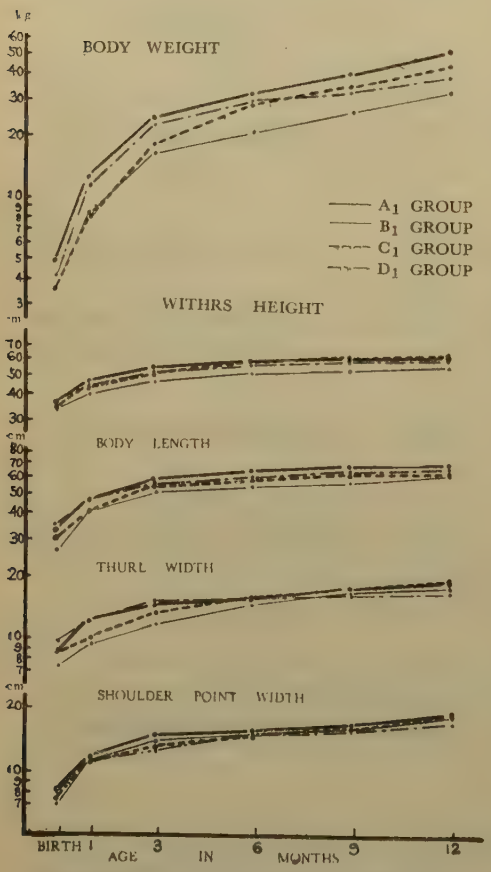
1954 年の栄養状態良好で運動を課した A_4 群と対照の B_4 群の生後3カ月目までの成績を比較して Text-fig. 9 に示した.

栄養と運動の綜合的影響によって,両群間に大きな差が認められ,その差は生時においては有意でなく,生後3カ月目において体重・体長・尻長・胸深・胸巾・胸前巾はすべて有意となり,特に胸巾の差は大きい (Appendix 7 参照).

(4) 考　察

1) 供試緬羊の発育成績の検討

供試緬羊の発育は概ね順調であったが,発育の程度によって取捨選択を行わなかったことと,双仔を多数含む関係から幾分成績を低下させている.一般的に1949年度生産羊の成績が非常に低調で,ついで51年度が悪い.52 年以来の成績は逐年向上を示し,例えば49年度では相対成長率 (Minot's relative growth rate $\frac{W_2-W_1}{W_1\ t}\times 100$) は1

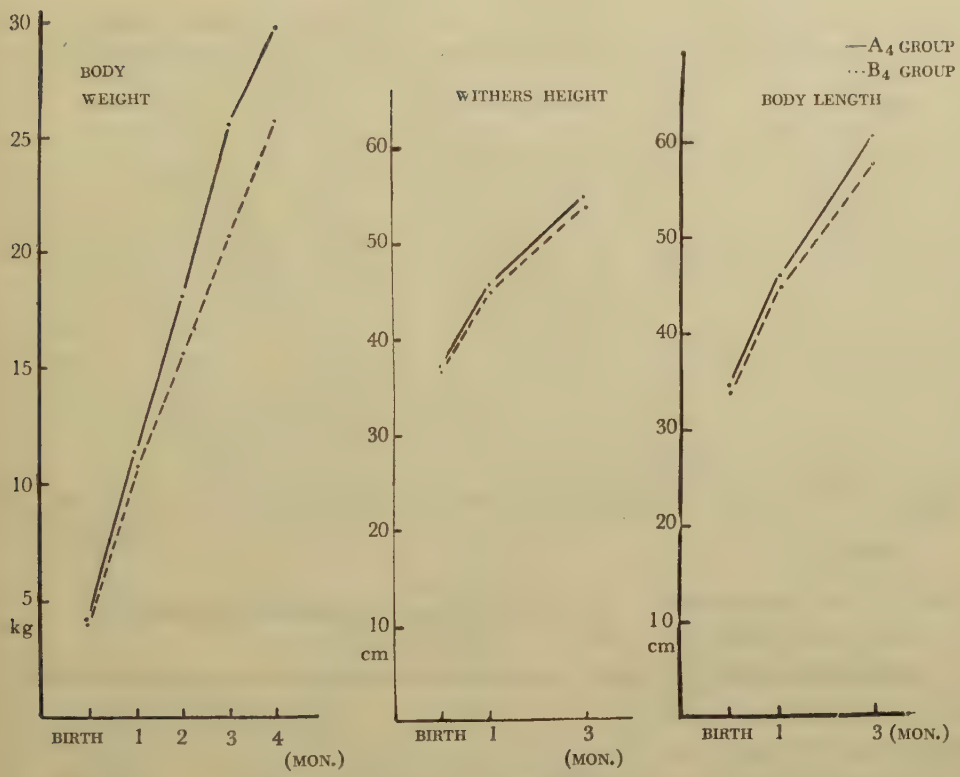


Text-fig.8 Growth and development of ewe lambsat different levels in growth

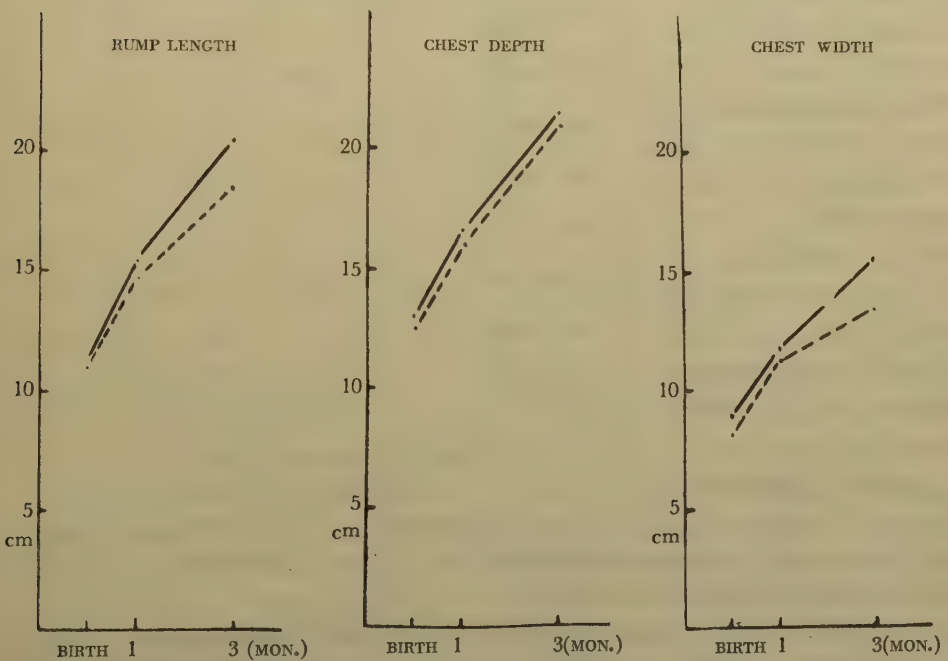
Tab. 8 Mean live weight and body measurements of ewe lambs at different levels in growth

	Group	Age in months		
		Birth	3	12
Body weight kg	A_1	4.9	24.3	$52.0^{*}_{**}{}^{***}$
	B_1	3.7	16.4	32.2
	C_1	3.5	18.2	$45.6^{\times}_{\times\times}$
	D_1	4.0	22.6	$39.7^{\triangle}$
Withers height cm	A_1	37.7	55.2	62.3^{*}
	B_1	34.1	47.4	55.4
	C_1	35.2	51.6	$62.6^{\times}$
	D_1	36.7	52.2	$61.7^{\triangle}$
Body length cm	A_1	33.5	59.7	71.0^{*}_{**}
	B_1	26.8	51.2	62.3
	C_1	30.3	54.5	65.7
	D_1	34.7	57.2	$68.3^{\triangle}$
Shoulder point width cm	A_1	8.2	15.0	19.3^{***}
	B_1	6.9	14.1	18.1
	C_1	7.3	13.1	18.6
	D_1	7.7	12.8	17.8
Thurl width cm	A_1	8.5	14.5	19.0^{***}
	B_1	7.4	11.7	17.8
	C_1	8.1	13.3	$19.5^{\times}_{\times\times}$
	D_1	9.7	15.2	17.0

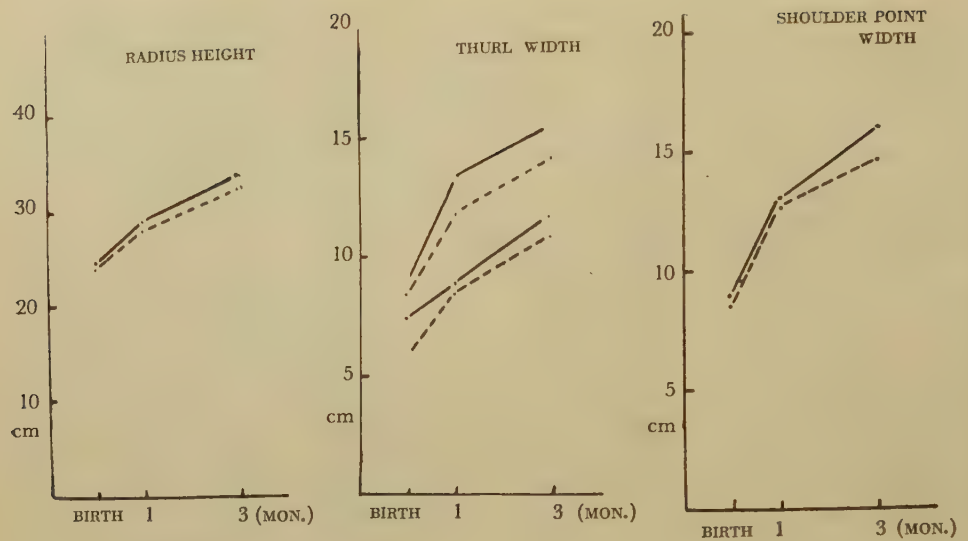
A_1 : each weight is larger than $M_{12}+\delta_{12}$ at 12 months old (n=3).
B_1 : each weight is smaller than $M_{12}-\delta_{12}$(n=5).
C_1 : each weight is smaller than $M_{12}+\delta_{12}$ but larger than M_{12}, and at 3 months old smaller than M_3 which is Mean value of all ewe lambs of the same age (n=5).
D_1 : each weight is larger than $M_{12}-\delta_{12}$, but smaller than M_{12}, and it is larger than M_3 at 3 months old (n=3).
* : significant between A_1 and B_1.
** : significant between A_1 and C_1.
*** : significant between A_1 and D_1.
× : significant between C_1 and B_1.
×× : significant between C_1 and D_1.
△: significant between D_1 and B_1.



Text-fig. 9 A Growth and development of A_4 group (well grown and exercised) and B_4 group (the control)



Text-fig. 9 B



Text-fig. 9 C

日 2.14 %に対し 53 年度は2.85 %に向上している．これを群馬県種畜場及び福島種畜牧場の成績に比較すると，Tab. 10の通りで，体重及び腰角巾においてやや劣るが大体相互に近い数値を示している．

牝緬羊の成熟年令は明け3才（凡そ24カ月～30カ月）と考えられるから(竹内等[103]，BRODY その他[7])，供試緬羊の成熟体重は凡そ55 kg と考えられ．平均としてはほぼ満足できる結果と考えられる．

2) 仔緬羊の発育型

Text-fig. 3 の体重変化は一見 $y=\log x$，或は $y=e^{\sqrt{x}}$ 等を基礎とした関係式を想定することもできるが，生後3カ月目以後の変化を直線的傾向と認めればこの間の変化は $y=e^{x}$ であらわし得ることになり，BRODY[7]，羽部等[38]の発育傾向に一致し，生後3カ月目までの変化とは別箇の曲線を描くことになる．牝・閹及び牡についてそれぞれの変化を比較検討しても，3カ月目以後の発育が $y=e^{x}$ を基礎とする算式にほぼ一致するものと認められる．

これに対し生後3カ月目までの体重変化は BRODY[7]，羽部等[38] の直線的発育に相当するものと考えられ，WALLACE[106] も生後112日目までの仔羊の発育は母乳量と摂取飼料量によ

Tab. 9 Differences between the exercise group and the control

	Age in months				
	1	3	6	9	12
Body weight kg	1.0	1.3	−0.3	0.1	−0.2
Withers height cm	1.4	1.5	0.8	1.4	0.8
Body length cm	0.8	3.0**	2.0*	1.0	1.1
Rump length cm	0.0	1.1	0.5	0.1	0.3
Chest depth cm	0.4	0.7	0.8	0.4	0.7
Chest width cm	0.1	0.2	−0.5	0.2	0.2
Shoulder point width cm	0.2	0.0	0.1	−0.1	−0.2
Thurl width cm	0.4	0.3	0.6	0.5	0.7
Radius height cm	0.8	0.5	0.2	0.7	0.5

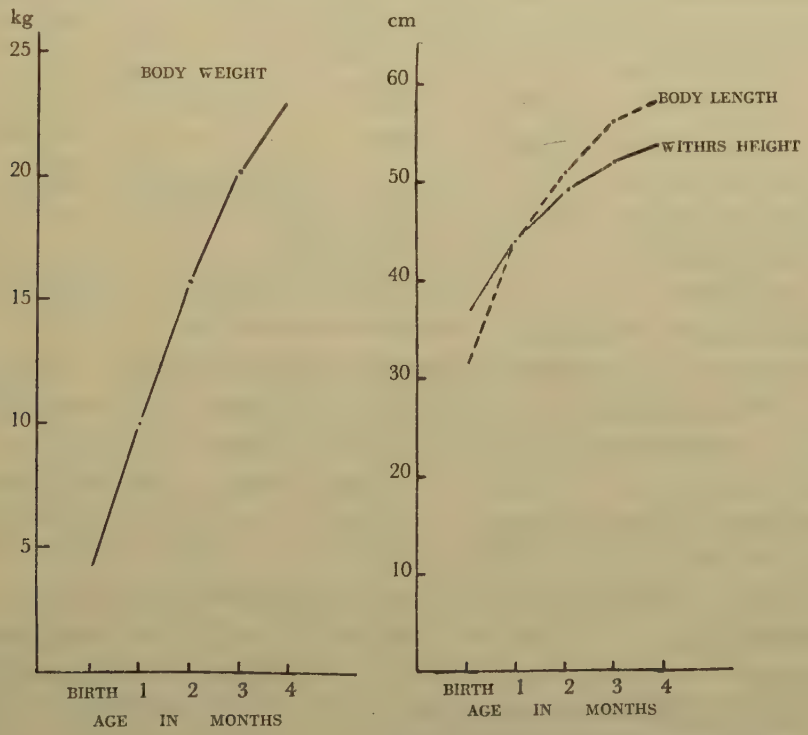
**: significant at 1% level.
*: significant at 5% level.

Tab. 10 Growths and developments of Corriedale ewe lambs in other breeding stations

Authority	Body weight kg	Withers height cm	Body length cm	Rump width cm	Remarks
Present exp.	43.0	61.1	67.0	16.1	Tokyo, 1949～1954 n=23
Prefectural Breeding Stat. of Gumma	50.0	65.6	71.5	18.2	Gumma Pref., 1950～1953 n=44
National Breeding Stat. of Fukushima	48.5	59.4	63.3	18.6	Fukushima Pref., n=46

って変化する直線的関係によってあらわし得るとしている．

今，生後4カ月目までの緬羊の体重・体高・体長の変化を普通グラフにText-fig. 10 に図示すると，3カ月目までは体重の変化はほぼ直線的であるが，体高と体長の変化はむしろ曲線的と認められる．



Text-fig. 10 Growth and development of ewe lambs till 4 months old

その他の部位の発育は体高・体長と近似した曲線を描く事は Text-fig. 4～6 から認められる．

羽部[38] は体高・体長その他牛体各部位の発育が $y=\log x$ の発育曲線と一致することをみているが，羊体においては生後3カ月目における屈折が大きく到底その後の曲線と一致しえない。Text-fig. 4～6 において体高・体長・その他も3カ月目以後直線的傾向と認められ，3カ月目までと異なる発育型を示している．即ち3カ月目を屈折転向点乃至変曲点とする別箇の曲線（直線）算式を必要とするようにみられる．

ここで注意すべきことは，Text-fig. 8 において，発育良好なA_1群は曲線的発育時期においてもやや直線的傾向を示し，発育の劣る B_1 群では直線的発育時期においても逆に曲線的傾向を示すことである．

羽部は和牛牝の体重変化のみ直線的発育の時期を認めなかったが，その材料とした Holstein 品種の発育は非常に良好であったのに対し，和牛牝の発育は今日の標準からすればやや劣ると報告しているのは，この意味から興味深い．

牝羊及び1954年度A_4群とB_4群の1日当り相対発育率をみると Tab. 11 の通りで，これからみても生後3カ月目が屈折点をなすことが認められるのみでなく，生後3カ月目までの変化も本質的には曲線的と考えられる節がある．

要するに仔緬羊の発育型を余りにも固定的に考えるのは間違いであって，いかなる発育状態を標準とするかが問題となる．唯一般的に仔緬羊の体重変化は直線的傾向の時期と曲線的傾向の時期が考えられ，体高その他羊体各部の発育においては，生後3カ月目を変曲点とする2つの曲線が考えられる．

Tab. 11 Relative growth rate of ewe lambs per day (%)

	Age in months			
	Birth～1	1～2	2～3	3～4
Mean of 23 lambs(1949～1953)	5.2	1.9	1.6	0.5
A_4 group	5.7	2.0	1.3	0.6
B_4 group	5.7	1.5	1.1	0.8

The data have been calculated from Minot's formula $\left(\frac{w_2-w_1}{w_1 t} \times 100\right)$.

A_4 group : born in 1954, well grown and exercised till 3 months old.

B_4 group : the control.

尚牡緬羊の生後3カ月目以後の発育曲線は，その勾配が牝羊より低いのは，生後3カ月目以後の発育が幾分順調でなく，而も小数例のためと考えられる．

3) 屈折転向点とその意義

前述の屈折転向点生後3カ月目は離乳乃至離乳準備期に関連する．Text-fig. 9 でB_4群の屈折転向点が4カ月目にある如くみられるのは，B_4 群の発育がやや不良なため離乳を約4カ月目に延長したためと考えられる．WALLACE[106] が生後112日目までの直線的発育傾向を論じているのも離乳との関連を示している．

離乳は正確には生後3カ月目～4カ月目にある．然し離乳は仔緬羊の発育と密接な関係にあり，発育良好な仔緬羊程その離乳期は当然早くなるべきで，4カ月目よりも3カ月目に近いと考えられる．

著者は (II) において，生後3カ月目を境として以後その相対的安定期の破れること，これが離乳その他と関係のあるらしいことを指摘した．羊体発育においても，3カ月目が屈折転向点をなすことは興味深い．この変化は，体重において生後3カ月目以後にもやや直線的傾向のみられる A_1 群でも体高・体長の発育速度の急減している点からみても，栄養水準の変化のみに原因するのではなく，発育の質的変化が考えられる．

BRODY[8] は屈折転向点は性成熟期に当ると報告した．緬羊の性成熟期は一般に早いもので生後6カ月，Merino 品種では18カ月といわれ（加藤[53]），Corriedale 品種については初発情期は平均9カ月という報告（占野・森[98]）がある．

他方 BRODY[8] は成熟体重の 1/3 に達する時期がその屈折転向点をなすといっている．緬羊では，例えば牝羊では成熟体重の 1/3 は凡そ 20kg となり生後3カ月目に一致する．発育良好な緬羊では，当才種付の可能な点からみても，その性成熟期への変化は意外に早いのではなか

ろうか．尚離乳の影響も単に栄養状態の急変によるのみではなく，(II)にみた高温多湿な悪環境と重なることも忘れてはならない．PÁLSSON[91] も発育曲線変化の原因として，母乳の減少・酷暑及び発育率の自然の低下の3つを挙げている．何れにしても生後3カ月目において，6乃至9カ月目におけるとは比較にならない重大な変化を示すことは認めざるをえないであろう．

4) 羊体各部の発育速度

試験成績にのべた通り，腰角巾の発育速度は牡では生後3カ月目，牝では生後9カ月目以後急に臍巾のそれより大きくなる．その時期からみて性成熟と関係するようにもみられるが，その特殊な発育速度の変化とみることもできる．

牝羊の胸前巾と臍巾を比較すると，生後3カ月目を境として後者の発育速度の方が前者より大きくなるのは性成熟に関係するものと考えられる．これに反し牡羊では生後3カ月目以後も臍巾は胸前巾を凌駕しないから依然として前勝ち体型の性的特徴を示している．

体長の発育速度は生後3カ月目以後小さくなっている．元来 HAMMOND[40], PÁLSSON[91] その他の認める如く，体長も体高同様早期発育部位に属するが，体高ではその一部をなす下肢骨の生後発育速度が小さい為，逆に体長の発育速度が相対的に初期において一層大きくなるのであろう．

尻長の発育速度が，体長に比較して牝羊では始めやや小さく，後次第に増大するのは牝羊の性成熟と関係するのであろう．

5) 発育に及ぼす栄養の影響

発育中の栄養の差は仔緬羊の発育型そのものを変える程に大きいことは前述した．体型変化について WALLACE[106] は骨格は筋肉より遙に影響の小さいことを，PÁLSSON等[91] は生後発育率の高い部分，即ちよりおそく発育する部分は，より早く発育する部分従って生後発育の低い部分より栄養の影響が大きいことを，JOUBERT[51] は胸囲・胸巾・体長・胸深は体高管囲・飛節高等より栄養状態に影響され易いことを，夫々報告しているが，著者の実験結果もほぼ同じ傾向を示している．A_1～D_1 群，A_4 群と B_4 群の比較にみるように，体長の発育速度は初期に比較的大きいため，ここにおける発育の差はその後の栄養改善によって必ずしも回復しえない．

体高の発育は体長に比較すると漸進的ではあるが，矢張り生後3カ月目までの発育が大きい．体高は大体（胸深＋前肢長）と考えられるが，今運動群と対照群の胸深/前肢長の比を表示すると Tab. 12 の通り，生時から3カ月目までは胸深の発育は前肢長に比較して次第に大きくなり，生後3～9カ月目少しく下り，9～12カ月目再び大きくなっている．体高は栄養の差に比較的影響されないことは A_1～D_1群の比較で明かであるが（Text-fig.8），Tab. 12の結果から初期における体高の発育は主として胸深の発育に関係することが知られる．胸深は前述のように栄養の影響を受け易い（PÁLSSON[91] は肩胛骨・上膊骨は脛骨・前管骨に比較して生後発育度は遙かに高いと報告している）が，後期に再び発育度が比較的高くなるのは筋肉の発育が関係するのであろう．

Tab. 12 Proportion of chest depth to radius height (%)

Age in months	Exercise group	Control group
Birth	53	51
1	59	58
3	70	69
6	67	65
9	65	65
12	71	70

要するに体長は羊体骨格の発達程度を代表するものであり，（体長×胸深）の値は（IV）にみられるように産毛面積に関係

する重大な意義を有する．体長及び胸深の発育は早期に大きく，而もこれに及ぼす栄養の影響の大きいことは，仔緬羊の発育上注意を要する．

胸巾の発育が栄養の差に鋭敏に反応するのは HAMMOND[40] の指摘する通り，筋肉の発達に左右されるからであろう．

6) 運動の影響

運動の効果に関しては常識として疑うものがない．諸外国では運動は放牧に伴なう当然な過程と考えられているからであろうが，我が国でも運動が発育に及ぼす影響を試験した報告は断片的に2，3散見するに過ぎない．

本試験の結果は体長以外有意の差となっていないが，双仔相互間の比較によると，尻長・胸深及び胸前巾も僅かながら運動の効果が認められ，体高・前肢長及び胸巾では運動の影響は認められなかった．

結果の意外であった原因は，対照群も相当面積の舎内及び付設運動場を跳ね廻っていて完全な意味での対照となっていないこと，試験期間中両群間の栄養の差をなくするため運動群の発育を多少抑制したためであろう．

それにも拘らず，体長等に効果が認められるから，伸びのある緬羊を育成する上に発育初期における運動の効果は無視できない．

1954 年度の試験結果は 1953 年度までの試験結果からみて主として栄養の影響と見做されるが，尚運動の影響も否定できないであろう．

(5) 結　　論

1) 仔緬羊の生時から1ヵ年間の体重変化は，一般に直線的傾向を以て増加する時期と生後月令に対して函数的変化を以て増加する時期とに別れ，BRODY[7]，羽部[38]が牛体発育にみた傾向と一致する．

2) 仔緬羊の発育におけるこの屈折転向点は生後3ヵ月目と認められる．

3) 羊体各部の変化は，生時から曲線的傾向を以て変化する．然し生後3ヵ月目以前の変化は生後3ヵ月目以後の生後月令に対する函数的変化とは異なるから，同一曲線によって結ぶことができない．

即ち生後3ヵ月目は変曲点をなしている．

4) 生後3ヵ月目は(II)にみたように生理的にも転機となっている．これは離乳期（高温多湿環境への移行の影響も含めて）に関係するものとみられるが，性成熟との関係も考えられる．

5) 体高を基準とする相対的発育速度を比較すると，体長と尻長は生後3ヵ月目以後急に速度が鈍くなっている．換言すれば，生後3ヵ月目までの体長等の相対的発育速度は非常に大きい．胸深・胸巾もまた同様な傾向とみられる．

6) 牝羊の相対的発育速度の場合，尻長は体長に比較して始めはやや小さく後にやや大きくなり，臍巾は胸前巾に比較して3ヵ月目以前はより小さく，以後大きくなっていて，性成熟期と関係して前軀に対する後軀の増大と解される．尚腰角巾の相対的発育速度も，生後3ヵ月目（牡）乃至9ヵ月目（牝）以後臍巾のそれより増大する．

7) 胸巾・体長・尻長・胸深等生後発育の大きい部位は，発育中の栄養状態の影響を受け易い．これらの部位は生後3ヵ月目までの相対的発育速度が特に大きいから，それだけ発育初期

における栄養状態の影響も大きい．

同様な理由から，生後3ヵ月目以後の栄養状態による影響は牝羊の場合は臍巾の方が胸前巾より大きい．

8) 緬羊の産毛性に最も関係の深い体長・胸深・胸巾等に及ぼす影響から考えて，発育初期における栄養状態を特に重視すべきであろう．

9) 発育初期の運動の効果は，予想に反して体長のみに認められた．これは対照群の舎内及び付設運動場内の運動を制限しなかった為と考えられる．

10) 栄養状態のよい運動を課した緬羊群の生後3ヵ月目の発育は，対照群に比較して，胸巾・体長・尻長・胸深及び胸前巾に有意の差を生じ上記の各項を裏書した．

11) 生後4ヵ月目までの1日当り相対発育率の比較，発育良好群と発育不良群の比較等からみて，結論第1項の一般的傾向も固定的に考えることはできない．但し生後3ヵ月目が屈折転向点をなすことは1日当り相対発育率の比較からも認められる．

(IV) 発育過程における仔緬羊の毛生と毛質の変化

(1) 緒　　論

仔緬羊の毛生及び毛質の変化については産業上の影響も重大な関係から多くの研究結果が報告されている．産毛性を決定する種々の要因中，先ず第1に羊毛発生の基幹となる毛胞の存在に関心の払われるのは当然であって，この組織学的研究は NATHUSIUS[81] を先駆者とし，de MEIJERE は毛胞が3つ1組，所謂トリオを基本の形態とすることを明らかにした．(SPÖTTEL et al.[97])．それ以後毛生に関する組織学的研究は伝統的にドイツの学者によって進められ，SPÖTTEL & TÄNZER[97] は "Leithaar" と "Gruppenhaar" とを区別した．その後英国においても WILDMAN[107]，DRY[24]，DUERDEN[25] 等が出て，生時羊毛の種々のタイプの分類とその組織学的意義を漸次明らかにしていった．WILDMAN & CARTER[107] は de MEIJERE のトリオの存在を確認すると共に，第1次毛胞と第2次毛胞とを区別した．次いで CARTER[14][15][16] の一連の労作は，Merino 品種胎仔の発育中毛胞は50日頃から分化・発達を始め，60日頃殆ど全身に拡がること，第2次毛胞は80日頃から分化・発達し始め100日頃全身に現われること，第1次毛胞から生ずる羊毛は84日頃出現し始め表皮面上には90日頃現われるが，全身に被毛の出現するのは115日頃であること，第2次毛胞から生ずる羊毛は100日頃から出現し始め，表皮面上に130日頃現われるが，大部分の第2次毛胞に由来する羊毛が表皮面上に現われるのは出生後であることなどを明らかにした．BURNS[9][10][11] は CARTER[14] や DRY[24] の方法を応用して，第1次毛胞に対する第2次毛胞の比，毛生密度及び毛胞密度の発育中の変化を Romney Marsh 品種・Leicester 品種・Blackface 品種及び Suffolk 品種について追求し，秋に毛換りする Blackface 品種を含めて各品種とも毛胞の発育は本質的には CARTER[14][15][16] 等の研究した Merino 品種と変らないこと，胎生中にほぼ完成するが出生後の毛胞の新生も認められ，Suffolk 品種は早く生後42日目，Romney 品種は生後3ヵ月目，Blackface 品種は生後約4ヵ月目まで新生すること，S/P (第1次毛胞に対する第2次毛胞の比)は CARTER[14][15][16]，BONSMA[6] の Merino 品種より小さいが，Romney Marsh 品種＞Leicester 品種・Suffolk 品種＞Black face 品種の順になっていると報告している．これらの点については我が国の Corriedale 品種においても同様と考えられ，菅井[99] はこれを追試して毛胞の新生は生後3ヵ月目までと考えられるからフリース形成を完成するのは生後6ヵ月

月ではなかろうかと述べている.

GALPIN[34] は Romney 品種と Leicester 品種において，産毛量・皮膚面積・羊毛の長さ及び太さ等の相互関係を追求した．即ち GALPIN[34] によると，産毛量には夏高く冬低い季節的変動が認められるが本質的なものではなく，単位面積における一日当り産毛量は夫々の部位により一定であって，環境条件の良好な時期（季節的には夏）は

$$P=(W/A)=c$$

不良な時期は（季節的には冬）

$$P=c(1-B/E)$$

但し P：単位面積における一日当り産毛量
W：産 毛 量
A：皮 膚 面 積
E：皮膚面積増大率
B：産毛量に対し負の方向に働く要因
c：恒 数

となる．従ってWとAの間の回帰直線の勾配は常に一定であって，夏は原点を通るが，冬は原点を離れて通るだけであると述べている．その他，羊毛数・羊毛繊度・羊毛の伸びは相互に関連し，すべて皮膚面積増大率によって左右されること，羊毛数は生後1カ月目から生後7カ月目の間の皮膚面積増大率の大きい程多く新生すること，羊毛の繊度は皮膚面積に対する羊毛の伸びとの間の相対的関係によって決るが，季節的要因 B′ が存在するとも述べている．HENDERSON[43] はほぼ GALPIN[34] の見解を支持し Romney 品種では初期に発育良好な緬羊群は生後 20 週目で羊毛数が最高になり，発育不良群は生後28週乃至36週目で最高になること，毛生密度の変化では生後 4 ～20週に両者の間に大きな差の生ずること，繊度・伸び及び単位面積当り産毛量にも差が生じ，その増減の時期も異なってくると報告している．然し発育の良・不良が羊毛数の増減に影響したかどうかは不明であること，産毛性を決定する所謂 c 価が部位により本質的には一定であるとの説は遺伝的な面でのみ正しいと GALPIN[34] を批判している。なお HENDERSON[43] の伸び・繊度及び単位面積当り産毛量の変化に関する結果は，後述するように著者の試験結果と多少異なっている．品種による差かどうか不明であるが，1回限りの而も生後 4 週間目を基準とした試験である点が批判される．BURNS [11] も最近 GALPIN[34] の恒数 c は存在しないか，或は舎飼緬羊は元来常に好適な条件にあるから GALPIN[34] の好適環境の概念は通用しないのであろうと批判している．BURNS[9][11] は又 HENDERSON[43] と異り，羊毛数に及ぼす発育の影響，冬季における羊毛数の特別な減少等の変化を認めていない。

元来栄養の良不良が産毛量に及ぼす影響の大きいことは疑う者はなく，GALPIN [34] の他 MARSTON[63]，最近には前記 HEN DERSON[43] もこれを認めている．我が国でも木村 [54]，中原[80] 或は著者 [70] [71] のこれに関連する報告がある．然しながら仔緬羊の発育の良不良（GALPIN[34] においては皮膚面積増大率）が産毛性を左右するものかどうかは BURNS[11] の批判をまつまでもなく尚検討を要する問題である．

栄養の影響とは別に，産毛量に及ぼす季節的変動の影響が古くから論じられてきた．一般にこの両者が同時に論じられているのは．諸外国においては放牧を主とする牧羊形式上冬季と夏季に必然的に栄養上の差が生ずる関係からであろう。我が国でも岡田・大野 [87] は満洲における羊毛生長の季節的変化について述べ，これは気温変化の甚だしい影響もあるが，主として冬

季における栄養状態のレベルの低さに基因すると述べている．然し栄養の影響とは別箇の要因として季節の影響を主張する説も多く，古くは HARDY & TENNYSON[42] は Corriedale品種牝羊の羊毛繊度と伸びにおける影響を，DUERDEN[25] は産毛量に及ぼす影響を，BELL et al.[4] は羊毛の伸びに及ぼす影響を夫々報告している．これに対し R. H. BURNS[12] は産毛量は夏に高く冬に低い傾向はあっても大体均等であるとし，FRASER[29] も季節的変動を認めていない．季節の影響を認めるとしても，その原因については殆ど不明であって，FERGUSON等[27] は主として温度の影響であろうと報告し，COOP[22] は日照時間の影響を示唆している．

緬羊の産毛量の変動は羊毛数と繊度と伸びの綜合的関係であることは常識的にも広く認められ，伸びと繊度に関する報告は我が国にも多い．木村[54]，TAKEUCHI[101]，竹内[102] は我が国 Corriedale 品種羊毛の繊度について種々考察を行って居り，慶州種羊場[21] は朝鮮における Corriedale 品種羊毛の繊度変化と季節及び緬羊の栄養的変動との関係につき報告し，斉藤[93] は満洲羊毛の繊度につき報告している．著者[70] もまた栄養と羊毛繊度の関係について論及した．

羊毛の縮緒・抗張強度・伸び率等の物理的性状については我が国でも古くから注目され，中原[80]，斉藤[94]，仁科[83] 等の報告がある。然し最近羊毛構造に関する多くの新知見が加えられて以来(MERCER[66]，ASTBURY[5]，SPEAKMAN[5]，その他[5]) これらの物理的性状に関する従来の報告は再検討の必要がある（例えば羊毛の螺旋形構造からみて従来の縮緒数の測定法は問題である）．著者も羊毛の物理的性状につき1，2報告したが，その後の資料の発表は躊躇している次第である．

これに反して羊毛の化学的含有成分の変化についての報告は比較的少く，特に発育と関連させた研究はS含量の変化以外殆どない．著者は1952年の報告[70] において発育中の羊毛のシュイント含量の変化に論及したが，国産羊毛の毛質に関連してシュイント及び羊毛脂含量の変化は興味深い．SERRA & MATOS[96] は黄色羊毛とシュイントの関係を報告して居り，国産羊毛の問題点の1つになっている黄色羊毛の解決に示唆するものが多い．

以上著者の試験完了後に発表された諸報告を含めて述べてきたが，緬羊の産毛量・産毛性及びこれに附随した諸問題には尚検討を要する問題が非常に多い．著者はこれらの問題を我が国 Corriedale 品種仔緬羊について試験し，①仔緬羊のフリース完成時期，②フリース完成後の変化，③フリース形成に及ぼす発育の影響，④毛生密度と発育の関係，⑤産毛量の変化と発育との関係，⑥産毛量に及ぼす季節の影響，⑦繊度と伸びに及ぼす発育の影響，⑧繊度と伸びに及ぼす季節の影響，⑨羊毛のシュイント・羊毛脂等の発育中の変化等を明らかにしたいと考え，1949 年～1951年 の試験を予備試験として，1951～1954にわたり Corriedale 品種仔緬羊20頭を使用して試験し，一応の結論をえたのでこれを報告するとともに，著者の試験後に発表された HENDERSON[43]，BURNS[11]，COOP[22] 等の結果と比較検討したい．

(2) 試験の設計と方法

1) 試験の設計

第1年度（1951年）は，生理的にも体型変化の上からも発育上の転機をなすと看做される生後3ヵ月目及びそれ以後の皮膚面積増大率を試験し，又生後1～3ヵ月目及びそれ以後3ヵ月毎にその産羊量・羊毛の繊度及び伸びの変化を追求した．

第2年度（1952 年）は生時から1ヵ年間の変化を同様に試験した．

第1年度と第2年度は特に産毛量・毛生密度その他と皮膚面積増大率との間の相対的関係を

重視し，又発育の影響と季節の影響の相互関係を追求した．

第3年度（1953年）は，前年度までの試験成績に生後6ヵ月目までの変化について2～3疑問の点があるのでこれを確める為試験した．

第2年度は双仔2組，同父同一母系1組計3組の双仔を比較し，第3年度もこれに準じて試験し，この際発育の差をつけるため特に処置することはしなかった．

2) 供 試 緬 羊

(III) に使用した仔緬羊を使用した．1951年度は同年3月生れの仔緬羊牝3頭，閹5頭計8頭を用い，生後1ヵ月目から生後12ヵ月目に至る間試験した．供試緬羊の発育状況はやや不良で，特に No. 51－4・No. 51－6・No. 51－8・No. 51－9は劣っている．尚供試緬羊中の閹5頭は（III）の試験にも使用した．

1952年度は（II）の試験 **III** に使用した仔緬羊6頭即ち双仔2組（No. 52－1 と No. 52－2, No. 52－4 と No. 52－5）及び同父同一母系に属する2頭（No. 52－3 と No. 52－6）の3組について生時より生後12ヵ月目に至る間試験した。No. 52－1 と No. 52－3は夫々 No. 52－2 と No. 52－6 に対し発育が劣っている．但しNo. 52－3 と No. 52－6 は発育良好な緬羊に属し，No. 52－1 は発育不良な緬羊に属する．

1953年度は同年3月生れの仔緬牝羊6頭を使用し生時より生後3ヵ月目に至る間試験した．双仔1組（No. 53－1 と No.53－2），同父同一母系1組（No. 53－4 と No. 53－5）及び同父同一系統群に属し，生時体重のほぼ近い2頭（No. 53－3 と No. 53－6）の3組で，No. 53－3 と No. 53－1 は発育良好，No. 53－2 は発育やや不良の緬羊に属する．

供試緬羊の発育状況は Text-fig. 11 に示した．

3) 試 験 の 方 法

(イ) 皮 膚 の 入 墨

R. H. BURNS[13] は一定部位から引続き羊毛試料を採取する目的で入墨法を発表した．他方 CARTER[14] は全体のフリースを代表する最もよい部位は，mid-side 即ち背線から左右両側に同距離で腋部と膝部の縁から同距離の部位であると発表した．

第1年度は生後1ヵ月目，第2年度及び第3年度は出生後2日目夫々肩端から背線と平行に引かれた線が最後の肋骨に沿つた線との交叉点を起点とし，前軀の方向に背線と平行に引かれた1辺を下辺とするほぼ正方形の4点をとり（薄いエボナイト板を用いた），更に4点間に夫々2点の中間点をとり，針に墨汁を含ませて入墨した．

(ロ) 羊毛の採取と皮膚面積の測定

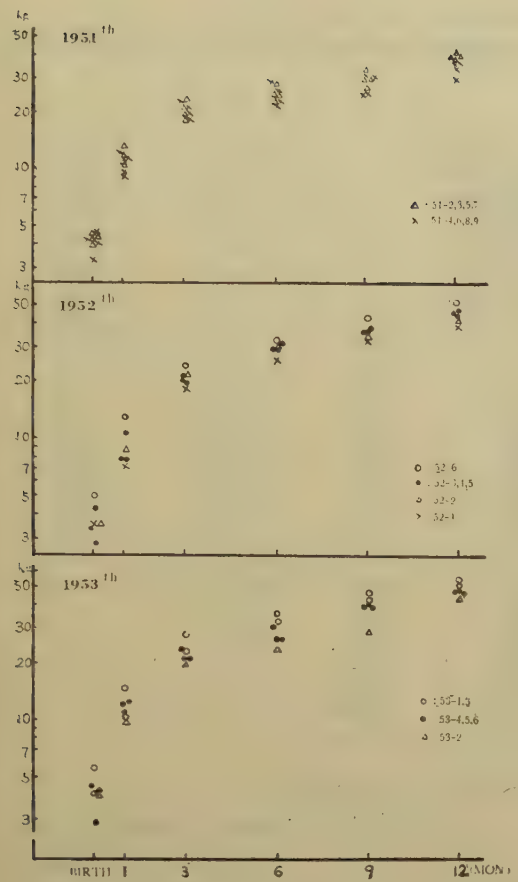
入墨部位内の羊毛を反刃の外科刀を用い入念に根元から刈り取り試験に供した．羊毛採取時期は生時・生後1ヵ月目・生後3ヵ月目・生後6ヵ月目・生後9ヵ月目及び生後12ヵ月目である（第2年度と第3年度は1ヵ月を30日として計算）．

羊毛採取後，入墨部位の4点間の直線距離と対角線の距離をデバイダーを以て一致するまで数回計測し，更に翌日も測定を行い誤差を少くするよう努力した．冬季は羊毛採取後一時皮膚が収縮する為翌日の計測は特に重要である．

入墨部位の皮膚面積は4辺と対角線からヘロンの式によって計算した．

(ハ) 産毛量と羊毛数の測定

採取羊毛は 20°C の定温器に保存後，関係湿度62～67％，温度 15°～25°C において各ステープル群を3部に分ち，秤量管内に納めて秤量後，1部は羊毛数その他の測定用，他の2部



Text-fig. 11 Growth of the lambs whose wool quantit yand wool quality were investigated (in 1951～1954)

は化学分析用に供した.

3部の重量を合計した量（産毛量）に化学分析の結果算出された純羊毛含有率をかけ，これより純羊毛生産を計算した.

羊毛数等測定用の羊毛は，秤量後秤量管中で2昼夜エーテル浸出後蒸溜水で洗滌し，濾紙中で自然乾燥後（KRONACHER[59]，TAKEUCHI[101]）羊毛の伸びと繊度測定用に供し，残りは入念にその全部の繊維数を計算した．この数に採取羊毛量/供試羊毛量)をかけて全羊毛数を算出した.計算した羊毛数は1頭およそ5,000～1 5,000本程度であつた.

(ニ) 羊毛の伸び及び繊度の測定

洗滌乾燥後，供試羊毛を任意に10等分し更にこの小区分から夫々任意に毛尖部から10本宛計100本を抜き出し，黒紙上のスライドグラス上にのせ，GALPIN[34] の方法に従って直線長（伸び）を測定した.

次にこの毛尖部をそのままスライドグラス上にセメダインを以て貼りつけ，毛根部をオリーブ油を以て封じ（オリーブ油は村田[79]による）350倍の顕微鏡下，マイクロメーターを用いて繊度を測定した（TAKEUCHI[101]）．この際顕微鏡下毛根部の端から約5cm（即ち実際は毛根部端より0.02mm）の箇所を測定することに定め，測定誤差を小さくするよう留意した(V)において詳述する].

(ホ) 化学的含有成分の測定

夫々著者[70]の方法により水分（試料約0.5gに対し105°Cにおける乾燥時間凡そ2時間半，恒量になるまで乾燥・秤量を繰返す)・エーテル抽出物（ソクスレー抽出器における還流回数20回）・エーテル不溶水溶性物（浸出温度 40°C）及び夾雑物を測定し，これを夫々水分・羊毛脂・シュイント及び夾雑物としてその百分率を算出した（従ってエーテル不溶アルコール可溶性物は羊毛脂中に含まれていない).

100－(水分含有率＋羊毛脂含有率＋シュイント含有率＋夾雑物含有率)＝純羊毛含有率として計算した.

(3) 試 験 成 績

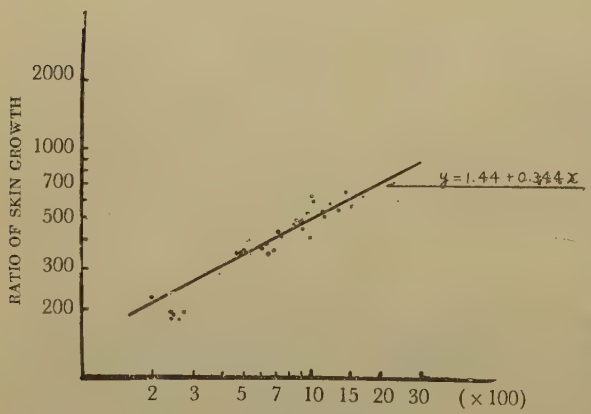
1) 皮膚面積増大率の変化

各年度の成績はTab.13に一括表示した．1952年度と1953年度は大体同様な成績を示したが

Tab. 13 Ratio of skin growth in percentage

Lamb no.	Age in months					
	Birth	1	3	6	9	12
51−2			(9.25) 100	109	118	133
51−3			(9.29) 100	111	127	129
51−4			(8.93) 100	108	113	123
51−5			(7.27) 100	112	119	140
51−6			(9.31) 100	110	123	132
51−7			(8.19) 100	109	110	127
51−8			(8.68) 100	109	111	117
51−9			(7.80) 100	107	113	120
Average			100	109*	117*	128*
52−1	(2.03) 100	223	344	410	460	501
52−2	(1.93) 100	189	363	468	522	579
52−3	(1.88) 100	186	344	439	469	597
52−4	(2.12) 100	193	360	411	540	631
52−5	(2.22) 100	191	349	456	535	653
52−6	(2.26) 100	180	337	383	489	618
Average	100	194*	350*	428*	502*	596*
53−1	(3.52) 100	193	340	420		
53−2	(4.34) 100	166	329	407		
53−3	(3.60) 100	197	393	403		
53−4	(3.88) 100	191	306	390		
53−5	(3.98) 100	194	367	442		
53−6	(4.60) 100	192	341	396		
Average	100	189*	346*	410*		

( ): area of the skin tattooed (cm^2).
*: significant as compared with the ratio of the former age.



Text-fig. 12 Correlation between the ratio of skin growth and that of weight gain

1951 年度の成績は発育成績と同様劣っている．1952年度の成績から明らかなように，生後3カ月目までに平均3.5倍に増大するが．以後の増大率は比較的小さく，(III)にみた発育の傾向と一致する。従って体重増加率を X 軸，皮膚面積増大率を Y 軸にとり Text-fig. 12 にプロットすると，ほぼ線形相関を示し1952年度の値から計算すると $y=0.344x+144$（原点100）となり，相関係数は $r=0.90$，1953 年度の値からは $r=0.93$ となり強度の相関を示している．

2) 羊毛数増加率と毛生密度

羊毛数の変化は Tab. 14 に一括表示した．

生後6カ月目で最大になるもの1951年度5頭，1952年度6頭，生後9カ月目で最大となるものNo. 51−4•51−6 の2頭，生後12カ月目で最大となるもの No. 51−3の1頭となっている．1953年度の生後6カ月目までの成績では，最も発育のよい No. 52−3 の生後3カ月目以外は全部生後6カ月目に最大となる．

Tab. 14 Change of the wool fibers on the part tattooed (in percentage)

Lamb no.	Age in months					
	Birth	1	3	6	9	12
51－2			(35,716)100	104	96	99
51－3			(28,037)100	109	110	117
51－4			(45,537)100	98	104	98
51－5			(29,322)100	106	98	99
51－6			(26,945)100	120	127	94
51－7			(25,829)100	110	103	106
51－8			(25,047)100	114	97	106
51－9			(27,265)100	104	84	90
Average			100	108*	102*	101
52－1	(5,323)100	168	308	426	347	359
52－2	(5,240)100	165	283	393	369	385
52－3	(5,732)100	164	255	283	272	279
52－4	(4,431)100	181	348	440	429	386
52－5	(5,598)100	176	300	420	405	411
52－6	(7,893)100	165	232	275	259	267
Average	100	170*	288*	373*	347*	348
53－1	(11,546)100	184	336	354		
53－2	(12,135)100	154	302	313		
53－3	(11,992)100	155	321	301		
53－4	(12,809)100	168	249	262		
53－5	(10,183)100	184	356	394		
53－6	(18,347)100	164	305	313		
Average	100	168*	312*	323*		

( ) : number of wool fibers.
* : significant as compared with the percentage of the former age.

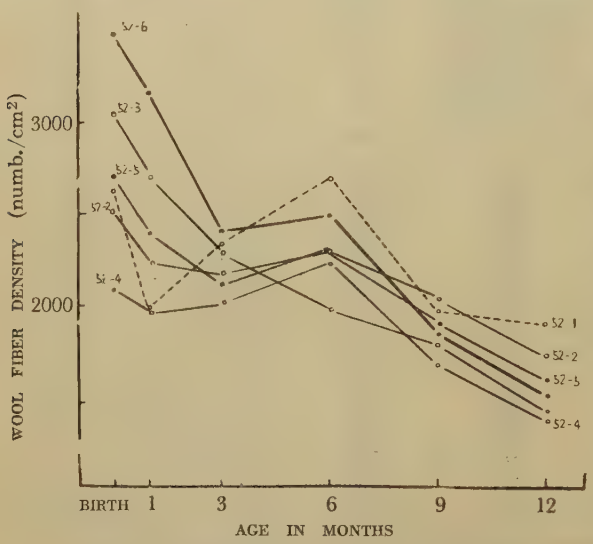
Tab. 15 Transformation in the wool fiber density on the part tattooed (in percentage)

Lamb no.	Age in months					
	Birth	1	3	6	9	12
51－2			(3,861)100	96	81	74
51－3			(3,018)100	98	87	91
51－4			(5,099)100	91	92	80
51－5			(4,033)100	95	82	71
51－6			(2,894)100	109	104	71
51－7			(3,154)100	101	93	83
51－8			(2,886)100	104	87	91
51－9			(3,496)100	98	75	74
Average			(3,555)	(3,486)	(3,099)*	(2,805)*
52－1	(2,622)100	75	90	104	75	72
52－2	(2,715)100	88	78	84	75	63
52－3	(3,049)100	89	74	65	58	46
52－4	(2,090)100	94	97	107	80	65
52－5	(2,522)100	92	86	91	76	63
52－6	(3,492)100	92	69	72	53	43
Average	(2,748)	(2,423)*	(2,219)*	(2,334)	(1,865)*	(1,577)*
53－1	(3,280)100	96	99	84		
53－2	(2,796)100	92	92	77		
53－3	(3,331)100	79	82	75		
53－4	(3,301)100	88	82	67		
53－5	(2,559)100	95	97	89		
53－6	(3,988)100	85	89	79		
Average	(3,209)	(2,848)*	(2,878)	(2,512)*		

( ) : wool fiber density (no./cm^2)
* : with significant as compared the densityf the former age.

以上の成績から表皮面上の羊毛数が最大となる生後月令は6カ月目とみられる．例外の4頭については考察において論議する．なお No. 51—6・51—9 および 52—4 を除き生後 12 カ月目の羊毛数は9カ月目よりかえって多くなっている。秋から冬にかけて羊毛数を減ずるとする GALPIN 説を裏付けるようであるが，その差は小さく，例外もあるので更に検討を要する．

毛生密度の変化は Tab. 15 に一括表示し，1952年度成績を Text-fig. 13に示した．

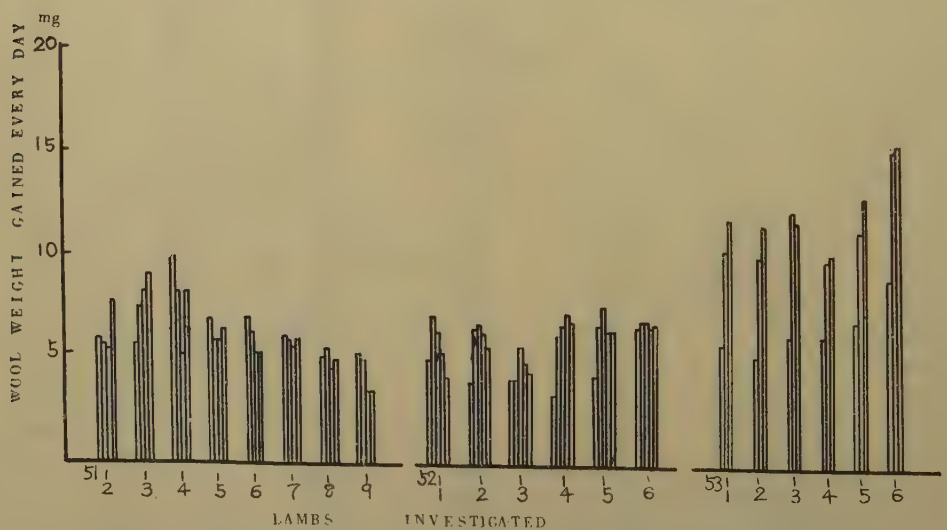


Text-fig. 13 Transformation in the wool fiber density in 1952 th year

概して毛生密度は生時が最も高く次第に減少しているが，52年度における生後3～6カ月目ではかえって増加している．生後12カ月目の毛生密度を比較すると，1951 年度は平均 2805 本，1952年度は1577本となり，1951年度が相当高くなっている．1953年度は生後6カ月目までの成績では1952年度より幾分高い．生後9カ月目の減小率が概して大きいのは（1953年度は生後6カ月目）生後6カ月目以後は羊毛数が減少し，皮膚面積は依然として増大するからであろう．尚表にみる通り No. 52—6・52—3・53—3 等発育良好な緬羊が他に比較して生後1乃至3カ月目に大巾に減少する傾向がみられる．その皮膚面積増大率が羊毛数増加率を遙に上廻るためと考えられる．

3) 産毛量の変化

1日当り純羊毛生産量（以下産毛量と称する）を Tab. 16 と Text-fig. 14 に示した．



Text-fig. 14 Transformation in the net weight gain per day of wool produced on the part tattooed

最大の産毛量を示す時期は，生後1～3カ月目は1951年度5例，1952年度1例（No. 52－1），生後3～6カ月目は1951年度1例（No. 51－8），1952年度4例，生後6～9カ月目は1952年度1例（No. 52－4），生後9～12カ月目は1951年度2例（No. 51－2及び51－3）となつている（百分率の同じ場合は実数の大きい方をとる．以下同様）．

1953年度では生後3～6カ月目に最大となるもの5例，生後1～3カ月目に最大となるもの1例（No. 53－3）となっている．

以上の成績からみると，大体生後1～6カ月目の間に最大産毛量を示すものと考えられる．No. 51－2及び51－3が生後9～12カ月目に最大産毛量を示したのは，羊毛数の変化にもみたように異例とみられ，考察において論議する．

Tab. 16 Transformation in the net weight gain per day of wool produced on the part tattooed (in percentage)

Lamb no.	Age in months				
	Birth～1	1～3	3～6	6～9	9～12
51－2		(6.09)100	93	89	130
51－3		(5.80)100	129	142	157
51－4		(10.04)100	82	52	82
51－5		(6.99)100	84	84	94
51－6		(7.04)100	90	75	75
51－7		(6.13)100	96	90	98
51－8		(5.13)100	107	88	98
51－9		(5.22)100	96	45	69
Average		(6.56)	(6.24)	(5.30)	(6.47)
52－1	(5.03)100	139	126	106	81
52－2	(3.87)100	194	199	189	144
52－3	(4.14)100	98	137	119	107
52－4	(3.35)100	181	199	217	204
52－5	(4.39)100	155	174	149	149
52－6	(6.58)100	106	106	100	101
Average	(4.56)	(6.38)*	(6.82)	(6.33)	(5.69)
53－1	(5.91)100	173	200		
53－2	(5.31)100	188	216		
53－3	(6.33)100	192	185		
53－4	(6.17)100	158	177		
53－5	(6.83)100	164	188		
53－6	(8.86)100	171	173		
Average	(6.57)	(11.43)*	(12.35)		

( ): net weight gain per day of wool (mg).
*: significant as compared with the weight of the former period.

最小産毛量を示す時期は，1952年度及び1953年度の成績からみて，生時～生後1カ月目と考えられ，次いで1951年度は生後6～9カ月目（9月～12月），1952年度は生後9～12カ月（11月～2月）となり，ほぼ秋から冬に当る．発育の不良な羊（No. 51－4・51－6・51－9・52－1）の産毛量はこの期間目立って減少している．

4) 単位面積当り純羊毛生産量の変化

これは Tab. 17 に一括表示した如く，ほぼ月令の進行と共に減少する．但し No. 51－2及び51－3は羊毛数・産毛量における変化と同様に，生後9～12カ月目の単位面積当り純羊毛生産量（以下単位面積当り産毛量と称する）が比較的高い．No. 51－4・51－8及び51－9の生後9～12カ月目の成績が生後6～9カ月目より高いのは，生後6～9カ月目の産毛量が著しく減少し，従ってその単位面積当り産毛量も低いことによるものと思われる．

5) 羊毛の伸びの変化

羊毛の1日当りの伸び(以下単に伸びと称する)の変化を Tab. 8 と Text-fig. 15 に示した．

最高の伸びを示す時期は，生後1～3カ月目では1951年度3例，1952年度4例，1953年度4例，生時から生後1カ月目では1952年度1例（No. 52－3），1953年度2例（No. 53－2・53－5），生後3～6カ月目では1952年度1例（No. 52－6），生後6～9カ月目では1951年度2例，生後9～12カ月目では1951年度3例となっている．

Text-fig. 16 の平均の伸びの比較からみても，最高の伸びはほぼ生後1～3カ月目の時期にあるものと考えられる（51年度は時期間に有意の差がない．1952年度，1953年度は有意の差）．

又1952年度の生後9～12カ月目の平均伸びは，他の時期に対して有意の減少を示している．これはNo. 52－1・52－4に著しい．1951年度の生後6～9カ月目の平均伸びは有意の減少となっていないが，No. 51－4・51－6及び51－9の発育不良羊は表にみる通り明らかな減少を示している（3頭のみについては有意の差）．

6） 羊毛繊度の変化

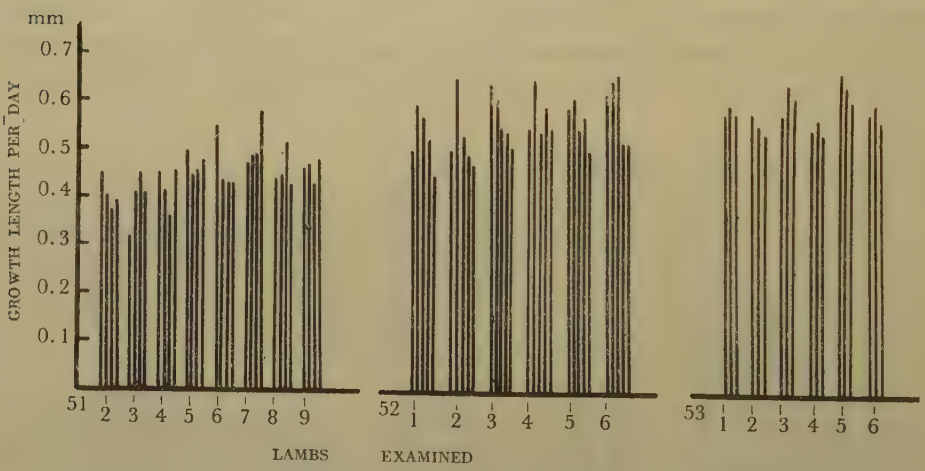
繊度の変化はTab. 19に一括表示した．

最大値を示す時期は，生後3カ月目が1951年度4例，1952年度4例，1953年度5例，生後6カ月目では1951年度1例（No. 51－7），1953年度1例（No. 53－1），生後9カ月目では1952年度1例（No. 52－5），生後12カ月目では1951年度3例1952年度1例（No. 52－4）となっている．

Tab. 17 Transformation in the net weight gain of wool per day per sq. cm (mg)

Lamb no.	Age in months				
	Birth～1	1～3	3～6	6～9	9－12
51－2		0.66	0.56	0.49	0.64
51－3		0.62	0.73	0.69	0.76
51－4		1.12	0.85	0.52	0.75
51－5		0.96	0.76	0.68	0.64
51－6		0.76	0.62	0.46	0.43
51－7		0.75	0.65	0.61	0.58
51－8		0.59	0.58	0.47	0.49
51－9		0.67	0.60	0.27	0.38
Average		0.77	0.67	0.52*	0.58
52－1	1.11	1.00	0.76	0.57	0.40
52－2	1.06	1.07	0.85	0.73	0.47
52－3	1.19	0.62	0.69	0.56	0.39
52－4	0.82	0.79	0.76	0.63	0.51
52－5	1.04	0.88	0.75	0.55	0.45
52－6	1.12	0.91	0.80	0.60	0.48
Average	1.06	0.88*	0.77	0.61*	0.45*
53－1	0.87	0.85	0.80		
53－2	0.74	0.70	0.65		
53－3	0.89	0.86	0.81		
53－4	0.83	0.82	0.72		
53－5	0.89	0.77	0.73		
53－6	1.00	0.97	0.84		
Average	0.87	0.83	0.76		

* : significant as compared with the weight of the former period.



Text-fig. 15 Transformation in the growth length per pay of wool on the part tattooed

即ちText-fig. 16にもみる通りほぼ生後3カ月目において最大となるものが最も多い（各年度の時期間の平均繊度の差は有意）．

次に一般に生後9カ月目に繊度が減少し，特にNo. 51－4・51－9及び52－1の発育不良羊に著しいが生後12カ月目にはほぼ回復している．然しながらこの変化は．発育不良羊以外は伸び

における変化程定型的でない（1952年度における生後9カ月目の平均繊度は27.9μ，生後6カ月目のそれは27.6μでかえって増大し而もこの差は有意。これに反し1951年度の生後9カ月目の25.9μは生後6カ月目の26.9μに比較して有意の減少を示す）.

1952年度における生後9カ月目の繊度が生後12カ月目より小さいのは産毛量と伸びにおける傾向と喰い違っているが，繊度は各羊毛採取時期の値を示すのに対し産毛量と伸びは各時期間の平均値を示すことに一つは原因するのであろう.

7) 化学的含有成分と純羊毛含有率の変化

試験成績は Tab. 20 に一括表示した。

Tab. 18 Transformation in the wool growth per day on the part tattooed (in percentage)

Lamb no.	Age in months				
	Birth～1	1～3	3～6	6～9	9～12
51－2		(0.45)100	89	82	87
51－3		(0.32)100	128	141	128
51－4		(0.45)100	91	80	102
51－5		(0.50)100	90	92	96
51－6		(0.55)100	80	78	78
51－7		(0.47)100	104	104	123
51－8		(0.44)100	102	118	98
51－9		(0.47)100	100	92	102
Average		(0.46)	(0.44)	(0.44)	(0.46)
52－1	(0.50)100	120	114	104	90
52－2	(0.50)100	130	106	98	94
52－3	(0.64)100	95	86	84	80
52－4	(0.55)100	118	98	107	100
52－5	(0.59)100	103	92	97	85
52－6	(0.62)100	105	106	84	84
Average	(0.57)	(0.63)*	(0.56)*	(0.54)	(0.50)*
53－1	(0.58)100	103	100		
53－2	(0.58)100	97	93		
53－3	(0.58)100	110	107		
53－4	(0.55)100	104	98		
53－5	(0.67)100	96	91		
53－6	(0.58)100	105	98		
Average	(0.59)	(0.60)	(0.58)		

( ): wool growth per day (mm).
*: significant as compared with the growth length of the former period.

純羊毛含有率は1951年度と1953年度が1952年度より幾分高い結果となっているが，ほぼ定型的変化を示すことが窺い知られる．即ち生後1～3カ月目の生産羊毛と生時～生後1カ月目の生産羊毛が最も高く，以後減少している．但し1951年度における生後3～6カ月目の羊毛は高い値を示している．生後3～6カ月目の生産羊毛の純羊毛含有率が概して減少するのは，シュイント含量の急激な増加に起因するものと考えられる.

シュイント含量は生後6～9カ月目の生産羊毛（1951年度は9月～12月，1952年度は8月～11月）に最も高く，平均16～19%に及んでいる．生後9～12カ月目の生産羊毛のシュイント含量の比較的高いことは，シュイントの変化が単に季節的変動の影響のみによるものではなく，緬羊の機能的変化を示すものと考えられる.

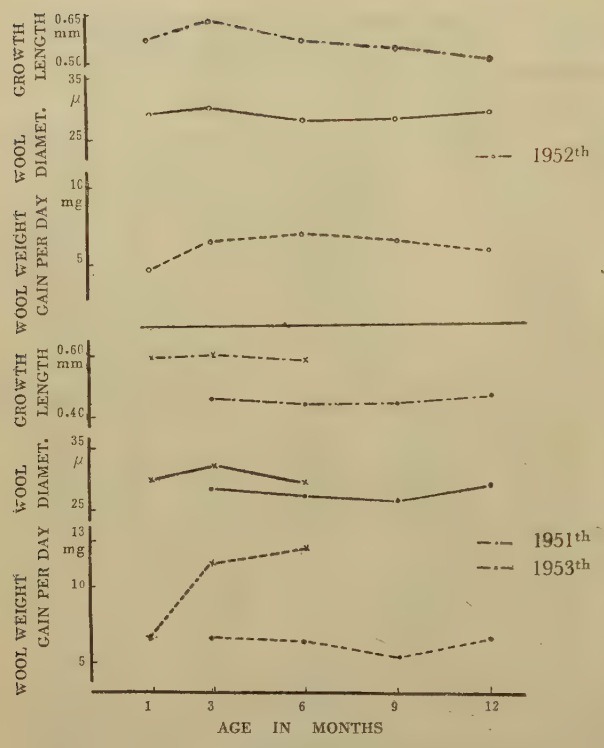
羊毛脂含量の変化では著者の前報[70][71]の結果とほぼ一致して発育のよい緬羊の羊毛脂含量が概して高く，No. 52－6は生後9～12カ月目の生産羊毛において約25%に達している．このように生後9～12カ月目の生産羊毛即ち冬季生産羊毛の羊毛脂含量の高いことは興味深い.

生時～生後1カ月目の生産羊毛は，水分及びシュイント含量が共に少いのにも拘らず夾雑物が多い為純羊毛含有率を低めている.

(4) 考　　察

1) フリース完成時期について

試験成績はほぼ生後6カ月目に羊毛数増加率が最大になること，即ちフリース形成を完成することを示した．生後6カ月目以外の時期に最大値を示す4頭は測定誤差によるものと考えることもできる.



Text-fig. 16 Transformation in the wool production and the wool quality on the part tattooed

元来羊毛数の現在の測定法が可成り誤差の多いことは認めざるをえないが，而もこれに代るべき適当な方法のないことを WILDMAN[109] も歎いている．BURNS[11] は最近この方法の誤差の原因として途中切断された羊毛を数に入れること，入墨部位の4辺の不正確さ等を挙げている．同時に皮膚切片の毛胞数と羊毛数が比較的よく一致することも述べている．然し BURNS[11] の挙げた原因の内切断された羊毛を誤って数えることは生時羊毛以外比較的少く，第2の入墨部位の4辺の不正確さは，生時羊毛以外は周辺の羊毛と明瞭に分離されるからそれ程大きい誤差の原因とは考えられない．BURNS[11] の結果は供試頭数が少い上に，その成績も大体の傾向を裏付けているに過ぎず，A部位とその他のB・C及びD部位の間には非常に違った傾向を示している．実際上BURNS[9] の，'follicle map' 法による測定がどの程度の信頼度をえられるかは常識的にも疑問であって，CARTER[15] もその正確を期する上の困難さを述べている．要するに現在のところ，できるだけ全数計算に近い方法を慎重に行って誤差を少くする以外にないと考えられる．

いま4頭を検討すると，No. 53－3の生後3カ月目における羊毛数と生後6カ月目における羊毛数の差は6％に過ぎないから誤差の範囲と考えることもできる．No. 51－4の生後9カ月目における羊毛数は生後6カ月目における羊毛数に対し6％，同じく No. 51－6 も6％の差となっているから誤差の範囲とも考えられる．唯 No. 51－3 のみは生後月令の進行と共に増加していてその理由は明らかでない．

以上の通りであるが，この増加の状態をみると生後3カ月目までは概して急激に増加するが，生後3カ月目から6カ月目までの増加率は比較的小さい．而もこの間脱毛が絶えず起っていることは明らかであるから，フリースを完成する過程は一方では減少，他方では増加の過程をとるものと考えられる．従って中には生後3カ月目において最高となるもののありうることが十分考えられる．

ここで興味深いことは例外の4頭の内，生後3カ月目に最高値を示す No. 53－3 は発育最も良好な仔緬羊で，生後9カ月目で最高値となった No. 51－4 及び51－6 は発育不良な仔緬羊であった．HENDERSON[43] は発育不良の場合そのフリース完成が生後28週～36週目まで延期されることを報告して居り，BURNS[11] は逆に Suffolk 品種のような早熟種では毛胞完成時期の早いことを報告している．BURNS[11] の結果は同一品種内で発育良好な緬羊に適用し得

る可能性が考えられるから，著者の結果は両者の報告を裏付けすることになる。然し例数が少いから尚検討を要するであろう。

GALPIN[34]，GOOT[36] 及び HENDERSON[43] の Romney 品種においては生後7カ月目，BURNS[9] の Romney 品種と Leicester 品種では生後6カ月目でフリース形成を完成するといわれ，菅井[99] は我が国の Corriedale 品種ではこれは生後6カ月目であろうと予測している．GALPIN[34]，GOOT[36] 及び HENDERSON[43] の生後7カ月目は常識的に生後6カ月目と考えることもできるから，著者の結果は大体これらと一致する．従って我が国の Corriedale 品種のフリース完成期はほぼ生後6カ月目を基本の発育型とすることが認められる．

GALPIN[34] は前述のように発育初期に皮膚面積増大率の大きい緬羊は羊毛数を増加するとのべている．生後6カ月目における増加率について，生後3カ月目までの発育良好な緬羊とこれより発育の劣る緬羊を双仔間で比較すると，No. 52－4 は 52－5 よ

Tab. 19 Transformation in the diameter of wool on the part tattooed (in percentage)

Lamb no.	Age in months				
	1	3	6	9	12
51－2		(29.9)100	89	89	99
51－3		(24.7)100	123	123	130
51－4		(32.7)100	70	70	84
51－5		(30.2)100	96	96	99
51－6		(26.6)100	88	88	112
51－7		(28.3)100	92	92	96
51－8		(27.4)100	98	98	100
51－9		(27.2)100	82	82	97
Average		(28.4)	(26.9)	(25.9)*	(28.7)*
52－1	(29.8)100	106	95	87	97
52－2	(30.7)100	105	92	83	99
52－3	(27.9)100	106	96	102	102
52－4	(29.9)100	97	93	100	102
52－5	(29.2)100	103	92	106	97
52－6	(27.2)100	102	102	98	102
Average	(29.1)	(30.0)*	(27.6)*	(27.9)*	(29.0)*
53－1	(27.1)100	111	115		
53－2	(32.7)100	101	86		
53－3	(29.1)100	116	106		
53－4	(29.7)100	104	94		
53－5	(30.2)100	103	102		
53－6	(29.5)100	111	93		
Average	(29.7)	(31.9)*	(29.3)*		

( ): wool diameter (μ).
*: significant as compared with the diameter of the former age.

Tab. 20 Analysis of chemical components in wool (in percentage)

Year and nos. of lambs	Month lyage of the wool prod.	Water	Ether extract subst.	Water soluble subst. after ether extract	Residues	Net wool weight gain
1951年 (8 lambs)	1～3	13.78	11.86	6.96	4.49	62.91
	3～6	12.65	10.59	10.95	1.96	63.85
	6～9	8.46	11.45	18.97	1.26	59.86
	9～12	10.11	14.98	13.34	0.95	60.62
1952年 (6 lambs)	Birth～1	8.66	18.24	5.44	5.14	62.52
	1～3	13.31	15.58	6.75	1.72	62.64
	3～6	14.26	15.47	9.20	1.82	59.25
	6～9	12.00	12.91	16.25	1.36	57.48
	9～12	8.70	17.94	15.82	0.85	56.69
1953年 (6 lambs)	Birth～1	8.79	16.08	5.06	5.23	64.84
	1～3	11.24	16.72	4.13	1.93	65.98
	3～6	11.55	16.44	10.28	0.47	61.26

Soil, sand, seeds, etc are included in residues.

り，No. 53−1は 53−2 より増加率が大きい．然し No. 52−6 は 52−3 よりやや小さく，No. 52−2 は 52−1 より小さく，No. 53−4 と 53−5 は同じ程度の発育を示したにも拘らず増加率に大きな差がみられた．従って GALPIN の主張は HENDERSON 説と異なり，著者においては確認できなかった．

次に GALPIN[34] は冬季に羊毛数の減少することを認めて居り，著者の試験結果は一見これを裏付けするようにみられるが，No. 51−3・51−4 及び 51−6 は逆に増大している．前述のように BURNS[11] はフリース完成後も脱毛或は毛胞からの再発生等の過程が徐々に行われ，羊毛数の急激な減少或は回復の現象は起きないとこれを否定している．生後 6 カ月目に対し生後 9 カ月目の平均減少率は，1951年度は 6 %，1952年度は 7 %となり，この差は夫々有意となっている．

要するにフリース完成後の秋季及び冬季にある程度の脱毛があり羊毛数を減ずる傾向は否定できない．

2) 毛生密度について

著者の試験における毛生密度の変化は多くの報告者の結果とほぼ一致している．1952年度及び53年度の羊毛数は生後 3 カ月目までは殆ど直線的に増加するのに反し，毛生密度は特に 1 カ月目と 3 カ月目で減少しているのは皮膚面積増大率が遙に羊毛数増加率を上廻るからで，Text-fig. 13 からもその相対的関係が知られる．

試験成績にみた回帰方程式の $a=1.44$は，発育初期の皮膚面積増大率が後期に比較して高いことを示すものである．

元来皮膚面積は RITZMAN & COLOVAS[92] によると $A=KW^{\frac{2}{3}}$ として体重Wと関係するとされている．前述の通り皮膚面積増大率と体重増加率との間に強い線形相関を存することはこれを立証している。これに対し BURNS[11] によると緬羊の皮膚面積は種々の異なる半径を有する円壔の表面積と考えられ，A=r（GI−2r）であらわされる．r は胸囲・胴囲・腰囲の平均，GI は肩端，坐骨端を通る羊体の周尺を示す．即ち r の代表値は胸囲或いは胸深，GI の代表値は体長と考えることができるから，これは胸深と体長との相乗積に関係する．

肉用種の所謂ビヤ樽型は BURNS[11] の式がよく実際と一致することを思わせるが，他の品種についてはどうであろうか？毛肉兼用種としての Corriedale 品種の理想体型から考えると肉用種とそれ程大きな違いは示さないであろう．

著者は（III）において，体長・胸深等は生後 3 カ月目までの発育が特に大きく，栄養の影響を受易いことをみた．その相乗積と関係する皮膚面積増大率が非常に大きいのは当然で，発育良好な緬羊群ほどこれが大きく，羊毛数増加率を上廻るため毛生密度はかえって減少する．

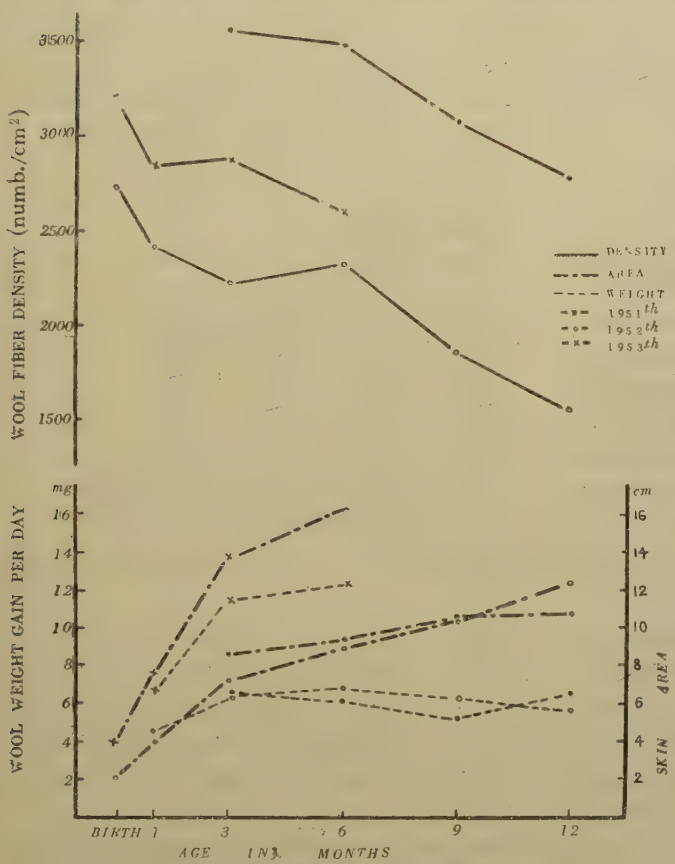
このように毛生密度は皮膚面積増大率即ち発育を考慮した上で問題にする必要がある．例えば 1951 年度と 1952 年度の各緬羊の生後12カ月目における毛生密度と産毛量を比較すると，Tab. 21 の通り 1951 年度羊は非常に毛生密度が高く．従って裸体重 1 kg 当り産毛量は多いが，産毛量は少い．而も発育良好な緬羊の毛生密度に対する産毛量は高いが(No. 52−6・52−3及び 52−2)，発育不良な緬羊(No. 51−4・51−9及び No. 52−2 と比較した場合の No. 52−1)は低い．

尙 Text-fig. 13 にみるように生後 3 カ月目から生後 6 カ月目における毛生密度は殆ど変化しないが，かえって増大する傾向もみられる．

HENDERSON[43] の High-High 群と No. 52−6 の変化は非常によく一致し，Low-High 群と No. 52−1 の変化が一致している．これからみると，発育良好な群の毛生密度が，生後

3カ月目から6カ月目で余り減少しないのは，その定型的変化と考えられる．羊毛数の増加率に対し，相対的に皮膚面積増大率が低くなって平行するためであろう．

要するに生時から生後3カ月目までの毛生密度の変化は複雑で，単純にこれの高いもの程産毛性が高いとはいい切れない．羊毛数の増加は生後6カ月目までみられるが，生後3カ月目から6カ月目までの変化は少いから，毛生密度を比較する場合生後3カ月目が種々の関係からみて最も適当と考えられる（Text-fig. 17）．供試緬羊の生後12カ月目における毛生密度は1952年度平均1577本（53年度も生後6カ月目までの変化から推測すると1952年度に近い）で，BURNS[11]の試験結果から計算するとなそのA部位(著者の入墨部位と同様)における Suffolk 品種の生後12カ月目の毛生密度は1588本となり（3頭平均)，著者の結果と近似している．



Text-fig. 17 Relation between wool fiber density, wool weight gain and skin area

3) 産毛量の変化について

最大の産毛量を示す時期はほぼ生後1～3カ月目及び3～6カ月目の間に認められたが，この両者を比較すると，前者に対する後者の伸びと繊度が概して小さい点からみて，後者の産毛量の大きい場合は主としてその羊毛数の増加に関係するものと考えられる．生後3～6カ月目で最高になったNo. 52－2・52－3・52－5及び 53 年度の4頭は何れも生後1～3カ月目に比較して，伸びと繊度が劣り，羊毛数は増加している．No. 52－6と53－1 のみは伸びと繊度においても，又No.51－8 は伸びにおいて僅かに増大している．生後1～3カ月目において最大となった No. 51－5・51－7・51－9・52－1等ではほぼこの逆の関係がみられ，No. 53－3 は前述のように羊毛数も生後3カ月目に最大となっている．生後9～12カ月目において最大値を示す No. 51－2 と 51－3 はその羊毛数の増加（No. 51－3）及び繊度の増大（No. 51－2・51－3）に原因するのであろう．又 No. 51－4 及び51－6の生後6～9カ月目において羊毛数の増加にも拘わらず産毛量が減少しているのは伸びと繊度に原因するものであろう．生時～1カ月目における産毛量が著しく小さいのは主として羊毛数の少いことに原因するもので，このことは伸びと繊度はそれ程小さくなく，一方単位面積当り産毛量が最大になっていることからも知られる．

以上のように，産毛量は羊毛数・伸び及び繊度の3者に関係することは GALPIN[34] の主張と一致する．

単位面積当り産毛量は生後月令の進行と共に逓減した．但し生後1～3カ月目と生後3～6カ月目の間には各年度共有意の差はなかった．又生後9～12カ月目において生後6～9カ月目より大きくなった5頭の内，No.51－2及び51－3は前述の通りで，No. 51－4・51－8 及び51－9は，生後6～9カ月目における急激な産毛量の減少によるものと考えられる．

これら発育不良羊の産毛量及び単位面積当り産毛量の生後6～9カ月目における減少は有意であり，No. 52－1の生後9～12カ月目の減少と共に冬季における季節の影響を思わせる．何故なら，1951年度と1952年度は季節の上では1カ月のずれがあり，而も1951年度の生後6～9カ月目（9月～12月）の後半は比較的低温で，かえって1月～3月は比較的高温を示し，気温低下の影響は生後6～9カ月目において大きかったとみられるからである．

COOP[22] は Corriedale 品種を用いて試験し，羊毛成長における季節的リズムの存在を主張して，栄養・姙娠及び泌乳の影響はこのリズムを変えることはできても否定できないとし，温度の変化は第2次的要因であり，主要因ははっきりしないが日照時間の変化が考えられると述べている．

Tab. 21 Wool production compared with wool density

Lamb no.	A numb/cm²	B kg	C g	C/A × 1000
51－2	2,872	4.2	115	40
51－3	2,745	4.4	119	43
51－4	4,061	3.3	120	30
51－5	2,872	3.8	100	35
51－6	2,042	3.4	110	54
51－7	2,620	4.2	114	44
51－8	2,625	4.3	131	50
51－9	2,602	3.1	113	43
Average	2,805	3.8	115	41
52－1	1,881	4.4	115	61
52－2	1,707	4.9	116	68
52－3	1,419	4.6	100	70
52－4	1,355	3.8	80	59
52－5	1,587	4.0	87	61
52－6	1,511	5.2	105	70
Average	1,577	4.5	100	65

A: wool density, B: wool production, C: wool production per 1 kg live weight of sheared lambs.

著者の結果は，冬季の単位面積当り産毛量の減少は有意となっているが，発育不良羊以外ではその差は大きくない．

Text-fig. 15 にみた通り羊毛の伸びの変化は，生後1～3カ月目をほぼ最高として逓減し，1952年度の生後9～12カ月目には明らかな減少がみられた．1951年度も栄養不良羊（No. 51－4・51－6及び51－9）のみを比較すると有意の減少となっている．これに対し繊度の変化においては，前述の通り，1951年度は有意の減少を示したが，1952年度は逆に冬季に有意の増加を示した．この喰い違いは1つには伸びが各期間の平均伸びを示すのに対し，繊度は各刈取り時期の繊度を示すことにも起因する．

然し繊度においても No. 51－4・51－6・51－9及び52－1の発育不良羊の冬季の減少率は比較的大きい（No. 52－2も減少しているが，この期間のみは発育不良であった）．
産毛量と繊度及び伸びの関係を Text-fig. 16 からみると，両年度とも冬季間の変化において，伸びは産毛量と同様であるのに，1952年度の繊度の変化は産毛量と一致しない．

COOP[22] は羊毛成長の季節的リズムは，羊毛の伸びと繊度の綜合的変化であると述べている．これに対し FERGUSON[28] は Corriedale 品種において季節的リズムは主として羊毛の伸びの変化によるものであると述べている．今 COOP[22] の結果を検討すると，羊毛の伸びの変化は夏季1カ月平均 10mm に対し冬季5mm で大きな差を示すが，繊度は56番手から60番手に下り再び58番手に回復している．（V）に述べられるが，繊度の変化では約5％程度の差は誤差の範囲にあると考えられ，GALPIN[34] も5％の誤差といっている．

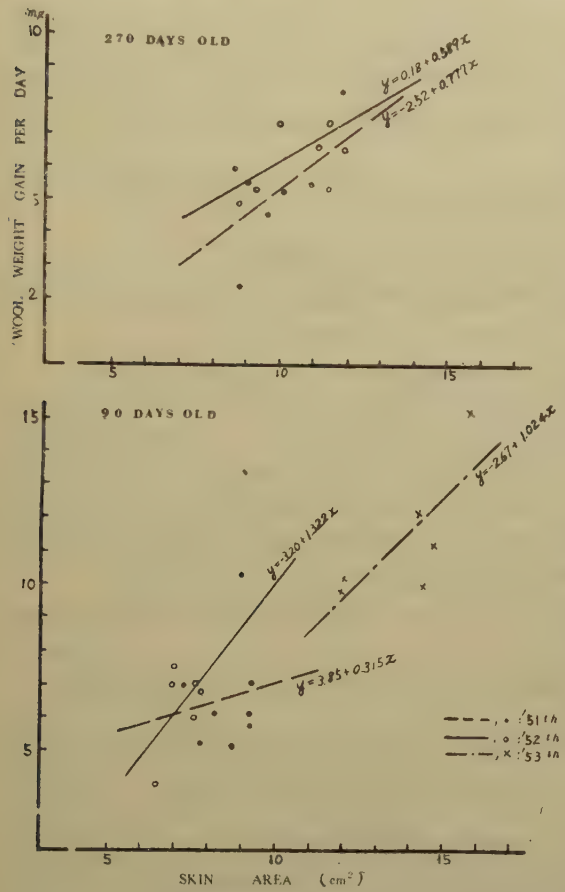
即ち COOP[22] の結果は，伸びについては FERGUSON[28] 同様季節的リズムの存在を立証しえても，繊度についてはその差は小さいから尚検討を要する点がある．

著者の試験結果は，発育不良の緬羊では COOP 説を，発育良好な緬羊では FERGUSON 説

を支持している．

HENDERSON[43] はロイン部における単位面積当り産毛量は，発育良好な緬羊では出生後上昇し生後 12～20 週目で最高になったと，著者の Corriedale 品種及び BURNS の Suffolk品種とは異なる結果を報告している．HENDERSON[43] の成績は生後4週目までの羊毛量と，これに対するその後の変化が明らかでないばかりでなく，その毛生密度・繊度及び伸びの変化とこの成績とは矛盾がみられる．

単位面積当り産毛量に関する GALPLN[34] の見解についてみると，季節的には好適環境の時期が著者のと一致しないのは当然であるが，Text-fig. 18 にみる通り，生後1～3カ月目の成績では各年度の勾配は一致しないばかりか，一般的に発育不良な 1951 年度は，1952 年度と 1953 年度に対し非常に違う勾配を示している．然し生後6～9カ月目の成績をみると 1951 年度と 1952 年度は余り差がない．



Text-fig. 18 Correlation between the wool weight gain and the skin area

元来単位面積当り産毛量は，発育との相対的関係において考えるべき概念であって，発育過程においてc価を考えることは無理ではなかろうか．フリース完成後，そして発育速度が(III)にみたように漸減の傾向に入った時期以後においては GALPIN 説は考慮すべきものがあるように考えられる．尚季節的リズムが存在するとしても，同様に発育過程においては，毛生の変化は発育による変化との綜合として現われることに注意すべきであろう．

4) 化学的含有成分と純羊毛含有率の変化について

純羊毛含有率が生後6カ月以後相当減少するのは，前述のように主としてシュイントの増大に起因する．シュイントは主として加里塩からなり汗腺及び皮脂腺分泌物の一部から成ると考えられている(von BERGEN[5])。従ってその増減は季節的変化と共にこれら付属腺の発達と著しい関係のあることはいうまでもない．CARTER[14] は汗腺の分化は毛胞のトリオ期に完成し，皮脂腺は主として第1次毛胞の分化に引続いて分化すると報じている．

久野[60] によると，人間の汗腺は満2才で能働化を完成するが，各能働汗腺は成長に伴ないその大きさと分泌力を増す．

気温の高い時期の羊毛である生後3～6カ月目の羊毛より，生後6～9カ月目の羊毛中で急激にシュイントを増加しているのは，この汗腺等の機能変化と関係し，必ずしも汗腺及び皮脂腺の新たな分化，従って毛胞の新生を意味するものではない．

従来我が国ではシュイント含量については等閑視されてきたが，SERRA & MATOS[96] は

熱と湿潤な気候とがアルカリ度の強い場合のシュイントと協同して黄色化羊毛の原因になると報じ，我が国産羊毛の黄色化の成因に重大な示唆を与えている．

羊毛脂含量の変化において，これが生後9～12カ月目の羊毛中に多いのは発育による影響であろうか？著者はむしろ，冬季に濃厚飼料を増給し，蚕沙エンシレージを与えた結果と考えている（著者[70][71]）．

生時～1カ月目の羊毛において，水分含量の少い傾向は生時羊毛にもみられた．それにも拘わらず純羊毛含有率の低いのは前述のように夾雑物含量が多い為で．これはDRY[24]の分類した第1次毛胞及び早期に分化した第2次毛胞に由来する所謂鎌形毛尖の羊毛その他の多い為，ステープル形成が不十分となるからであろう．生時の羊毛，生時～1カ月目の羊毛の水分含量の少いのもこの為と考えられるが尚検討を要する．

(5) 結　　論

1) 皮膚面積増大率は体重増加率との間に相当高度の線形相関を示したが，発育良好な緬羊では生後3カ月目までの増加率が特に高い．これは皮膚面積増大率は体長と胸深との相乗積に深い関係を有し，而も一方体長と胸深は（III）にのべた通り発育に左右され易く，生後3カ月目までの発育速度が特に大きいからである．

2) 入墨部位の羊毛数はほぼ生後6カ月目で最高となる．即ち我が国 Corriedale 品種のフリース完成時期は生後6カ月目と考えられる．

3) 生後6カ月目以外に羊毛数が最高になった4頭中，3頭は測定誤差によるものと考えることもできる．然し発育良好な緬羊が生後3カ月目，発育不良な緬羊2頭は生後9カ月目になっているから，フリース完成期は発育によって多少変動することも考えられる．

GALPIN[34]のいう如く初期発育のよいものは羊毛数が増加することは認められない．

4) 毛生密度は生時が最も高く次第に減少している．然し生後3～6カ月目の間は殆ど減少しない．発育良好な緬羊が生後1カ月目と3カ月目に減少率の大きいのは，その皮膚面積増大率が羊毛数増加率を上廻る為と考えられ，生後3～6カ月目はこの両者が平衡すると考えられる．

5) 毛生密度は皮膚面積増大率と相対的な関係において考える必要がある．例えば1951年度の緬羊は1952年度の緬羊に比較して，毛生密度が高く従って裸体重1kg 当り産毛量は多いが，産毛量少く，毛生密度に対する産毛量の比でも劣っていた．

皮膚面積増大率の変化とフリース完成時期の関係からみて，個々の毛生密度を比較する場合は生後3カ月目が適当と考えられる．

6) 1952年度供試緬羊の平均毛生密度は生後12カ月目において1577本となり，BURNS[11]の Suffolk 品種における1588本と近似する．

7) 純羊毛生産量は生後1～3カ月目か或は生後3～6カ月目において最大となる．両者の比較では，前者は概して伸びと繊度においてまさるが，後者は羊毛数においてまさっていて，これが夫々最大値を示す原因と考えられる．

これに反し，1951年度の生後6～9カ月目，1952年度の生後9～12カ月目に純羊毛生産量は最低となり，発育不良緬羊においてその差は特に著しい．

8) 以上のように純羊毛生産量の変化は羊毛数・伸び及び繊度の綜合的変化と考えられる．

9) 単位面積当り純羊毛生産量は月令の進行と共に減少し，1951年度の発育不良緬羊では，生後6～9カ月目における減少は特に著しい．

10) 羊毛の1日当り伸びはほぼ生後1～3カ月目に最高となり，生後6～9カ月目（1951年度），生後9～12カ月目（1952年度）即ち冬季に最低となる．発育不良緬羊ではこの期間における減少率は特に大きい．

11） 羊毛繊度は生後3カ月目でほぼ最大となり，生後9カ月目で最小になっている．然し発育不良緬羊以外は冬季の減少率は大きくない．

12） 羊毛成長に及ぼす季節の影響は伸びには明らかに認められたが，繊度については発育不良緬羊には明らかであるが，発育良好な緬羊では明らかでなかった．即ち季節的リズムは発育中にも定型的に認められるかどうか尚検討を要する．

13） 純羊毛含有率は生後1～3カ月目の生産羊毛と生時～1カ月目の生産羊毛が高く，以後減少している．

シュイント含量は生後6～9カ月目の生産羊毛で最高となり，平均16～19%に達している．

高温期に当る生後3～6カ月目の生産羊毛よりも，生後6～9カ月目の生産羊毛と生後9～12カ月目の生産羊毛のシュイント含量の高いことは，汗腺等の機能が夏季を過して一層高まった為と解され，汗腺等の新生即ち毛胞の新生を必ずしも意味しない．

高温多湿な我が国では，その黄色羊毛に関連して，シュイント含量の変化は今後検討すべき問題である．

14） 羊毛脂含量は生後9～12カ月目の生産羊毛で高くなっている以外比較的変化しない．冬季の増加は濃厚飼料の増給と蚕沙エンシレージの給与に関係するものであろう．

15） 生時～1カ月目の生産羊毛は生時羊毛と同様水分含有率が比較的少い．それにも拘らずステープル形成不十分な為夾雑物多くその純羊毛含有率を低めている．

（V） 羊毛の繊度平衡発育曲線と発育標準

(1) 緒　　論

羊毛の太さ（以下繊度という）が緬羊の栄養状態を反映し，その増減は緬羊の栄養状態の変化と一致することは，（**IV**）にも述べたように多くの報告がある（SPÖTTEL et al.[97], HARDY & TENNYSON[42], DÖHNER[23], 岡田・大野[87], TAKEUCHI[101], 朝鮮総督府慶州種羊場[21], GALPIN[34], HENDERSON[43]）．特に TAKEUCHI[101] は我が国に輸入された Coriedale 品種成羊239頭の繊度を測定し，その平均は牝羊28·445±0·230μ，牡羊33·375±0·536μであり，羊毛の平均繊度と体重・産毛量の間には正の相関が存在するが，羊毛の伸びとの間には殆ど相関が認められないと報告している．

著者は（**IV**）において，我が国 Corriedale 品種羊の発育中の繊度変化を実験的に明らかにし，一般に生後3カ月目において最大となり，発育の不良な緬羊では一般に生後9カ月目乃至12カ月目即ち冬季に最小となるが，発育の良好な緬羊ではその変化は比較的少いことを報告した．

緬羊がその環境において最も望ましい発育を経過する場合は，その発育曲線は滑かな曲線を描くであろう．従って羊毛繊度の変化は平均繊度を多少動揺する程度の変化しか認められないであろう．即ち羊毛繊度を平衡に維持する程度の発育を経過した場合の発育曲線は，その品種のその地域における発育標準を示すことになるであろう．著者はこの羊毛繊度を平衡に維持する為に必要な増加体重の変化を，生後月令をX軸とし体重をY軸とする点図表にプロットしこれを結ぶ曲線を繊度平衡発育曲線と仮称した．

我が国では発育標準に関する研究は殆ど発表されていないが，実際に従来のように統計的処理のみによって発育標準を設定することは困難であろう．飼育の歴史が比較的新しく，而も各地において特殊な飼育方式をとる関係上技術的水準が地域によっても，又個々の農家の間でも

非常にまちまちな上,どの程度の発育の緬羊を以て測定材料とするかが問題になるからである.

これに反し,著者の繊度平衡発育曲線と発育標準は比較的容易に実験的に求めえられるであろう.発育標準の設定は日本コリデール品種の育種的立場からみても,羊毛生産の立場からも緊急を要するものと考え,著者は 1949 年以来,前述してきた研究と並行してこの点に関する試験を実施してきた.

仔緬羊の発育に関する研究の進行に伴い,繊度平衡発育曲線について次の諸点が問題となることが明らかにされた.

第1は羊毛成長に関する季節的リズムの存在とその影響である.然し著者は(IV)においてCOOP[22] の主張と異なり,繊度変化に対する季節的リズムの影響は発育の良好な緬羊では非常に小さいことを明らかにした.従って繊度平衡を示す良好な発育の緬羊においては,これを無視することができる.

第2には繊度自体の根本的変化が,体重変化と同様に,発育中に存在しないかどうかの問題である.HENDERSON[43]は その発育良好群の変化でこれにふれている.然し著者の試験結果ではこのような質的変化は認められなかった.繊度が発育中に多少低下する傾向が認められたが.主として屈折転向点以後の発育状態を反映するものと考えられるから,標準発育を示す緬羊においてこれを繊度自体の質的変化と考える必要はないであろう.

第3には発育と繊度変化のずれの問題がある.MARSTON,[63], FERGUSON et al.[27] はこれについて報告し,COOP[22], HENDERSON[43] もこれを認めている.然しこのずれを詳細に検討した報告はなく,非常に困難ではあるが,これを実際的に解決することはできるであろう.即ちその一つの方法としては,繊度測定時期前1カ月間,或は2～3カ月間の増加体重の平均をとり,これを繊度変化に対する発育の変化として対照することにすれば,ずれによる誤差を比較的小さくすることができるであろう.

以上のようなことを検討した結果,1950年度・1952年度及び1953年度の試験成績から,仔緬羊牝の繊度平衡発育曲線を導きだし,又北海道農業試験場畜産部の好意による同場生産仔緬羊14 頭の試験成績から仔緬羊牡の繊度平衡発育曲線を導きだした.又繊度平衡発育曲線を示す数値から発育標準を算出し検討した結果,ほぼ満足すべき結果がえられたので報告する.

(2) 試験の設計と方法

1) 試験の設計

1950年度は牝仔緬羊12頭を用い,生時から1カ年間の体重変化と繊度変化を測定して比較検討した.1951年度以降は,前述までの研究と並行して牝仔緬羊の体重変化と繊度変化を同様に比較検討した.この際1951年度は供試緬羊3頭にすぎないので除外し,1952年度5頭と1953年度4頭は一括処理することにした.別に 1953 年度に北海道札幌市外月寒の北海道農業試験場畜産部において生産された牡仔緬羊を用い同様に試験した.

緒論に述べた如く,羊毛繊度平衡を維持するに必要な増加体重量を各生後月令毎に求め,これから繊度平衡発育線を描き,又発育標準を算出した.

何れの場合も供試緬羊の発育の差は問題にしなかったが,1953 年度牡仔緬羊の内に,後述するように明らかに他と区別される大型タイプに属する緬羊があったので,試験結果の処理の際区別して取扱った.

尚繊度変化において,平均繊度に対し何%の差までは誤差の範囲と定めるかは試験結果に重大な影響を与えるので,1951年度以降測定誤差について試験し検討した.

2) 供 試 緬 羊

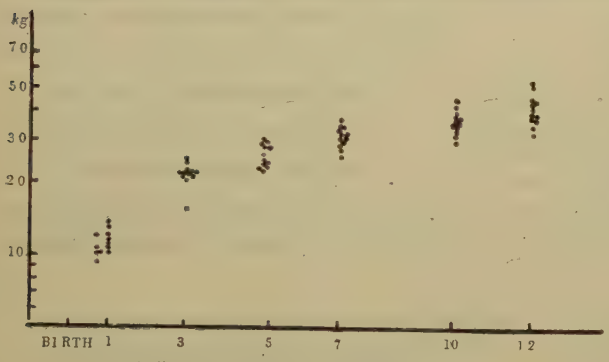
1950年度12頭，1952年度5頭，1953年度4頭の牝羊は東京農工大学繊維学部附属農場において生産された仔緬羊で，何れも Corriedale 品種である．この内1950年度の一部及び1952年と1953年度の全部は，(III)，(IV) に供試したものと同じである．但し他の都合により1953年度の毛生変化に供試した6頭の牝羊中2頭は供試できなかった．

1950年度は，2月末生産されたもの3頭，3月上旬生産されたのも2頭で，残り7頭は3月中旬生産されたものである．

1953年度は北海道農業試験場畜産部において生産された Corriedale 品種牡仔緬羊14頭を使用し．生時から生後12ヵ月目にわたる1ヵ年間試験した．その飼養管理は同場業務報告[45] に報ずる通りで，他の緬羊と共に6月から10月の間放牧を実施している．すべて3月中・下旬の生産で，最も早く生産されたものと最もおそく生産されたものとの間の差は13日間に過ぎない．

尚生時体重は Tab. 23～25に表示されているが，1950年度の供試牝羊の平均は 4.5 kg，1952年度と53年度供試牝羊の平均は 4.1kg，1953年度供試牡羊の平均は 4.1kg となっている．

供試緬羊中1950年度牝と1953年度牡の発育状況はText-fig. 19 に示した．生後12ヵ月目体重において1950年度は45kg 以上4頭，40kg以上3頭，40kg以下5頭となり，1952年度と53年度牝は45kg以上7頭．40kg以上2頭となって居り，1953年度牡は 60kg 以上5頭，50kg 以上4頭，40kg 以上2頭，残り3頭は30kg 台となっている．



Text-fig. 19A Growth in live weight of the ewe lambs investigated (in 1950th year)

3) 試 験 方 法

(イ) 体 重 測 定

1952 年度と53年度は (III) の方法により1ヵ月毎に秤量した．1950年度は生後3ヵ月目以後は各月15日に秤量した．1953年度牡は各月25日及び26日(7月以降)に秤量した．

(ロ) 羊毛採取と繊度測定

1950年度と1953年度の牡は左肩胛骨中央部の一定部位から，体重測定後鋏でできるだけ基部から剪取した．1952年度と53年度の牝は (IV) に述べた方法により，生時・生後1ヵ月目・3ヵ月目・6ヵ月目・9ヵ月目及び12ヵ月目に剪取した．但し生時羊毛は供試しない．

繊度測定は (IV) の方法によった．ASTM規準法[1] と著者の方法を比較すると，多くの場合その差は1%程度に過ぎなかった．唯規準法の方が能率的であるから，原料羊毛の試験の場合等多数の供試数を必要とする場合は著者の方法よりすぐれている．

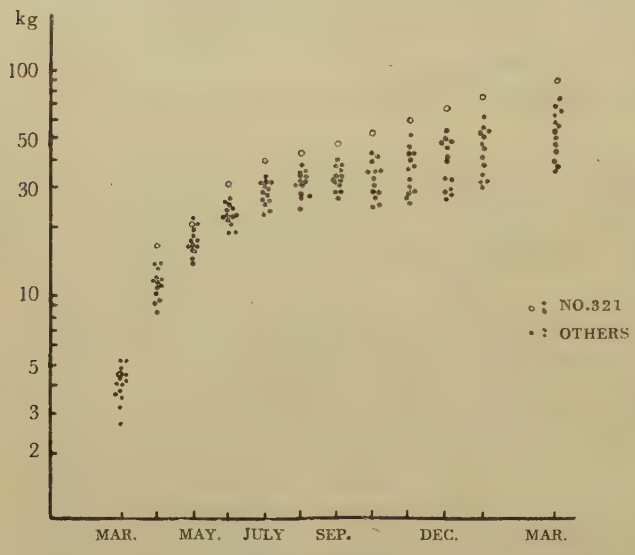
(ハ) 平均繊度及び測定値の百分率

発育中に変動する繊度の平均をどう定めるかは本試験における問題の1つであるが，従来の多くの試験報告からみても，平均繊度の概念は元来相対的で，特定箇所において測定し得られるものではないと考えられる．従ってここでは各時期における繊度の算術平均値を以て平均繊度とした．

平均繊度に対する各測定値の百分率を算出した．

(ニ) 繊度の測定誤差

GALPIN[34] は繊度測定における誤差は約5％であると述べている．著者は1951年以来その詳細な検討を行った．



Text-fig. 19B Growth in live weight of the ram lambs investigated (in 1953th year)

エオジンで染色した羊毛の半分は安全かみそりで剃り取り，他の半分は常法により刈り取って比較すると，常法による場合の刈り残しは 0.1～0.3cm とみられた．著者の方法によれば，繊度測定時の測定部位の移動による誤差は殆ど考えられない．然し発育と繊度の間のずれも考慮して，測定部位移動の誤差の範囲を 0.5cm とした．

1952年度と53年度の一部の供試羊毛中夫々50本をとり，基部から0.5cmの間に任意に選んだ5箇所において繊度を測定し比較した．何れの場合も部位間の差が±3％までは有意でなかった．1例を Tab. 22 に表示する．平均繊度に対し，No.52－2は最大＋2％，No. 52－3は＋3％，No.52－6は＋1％の変動を示したが，その変動は有意でない．

この種の試験を数回繰り返した結果，平均繊度に対し± 3％の変動は誤差の範囲と認められた．

Tab. 22A Wool diameter of the same fibers measured at several positions between 0～0.5cm from the root. (μ)

Lamb no.	Positions					Average
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
52－2	32.4	32.3	32.9	31.9	31.9	32.3
52－3	28.9	29.2	28.9	30.4	30.4	29.6
52－6	27.6	27.6	27.6	27.9	27.6	27.7

(ホ) 繊度平衡発育曲線と発育標準

各測定時における繊度変化が平均繊度に対し± 3％以内（103～97％）の変動を示した場合，当該緬羊のその期間の増加体重量（前の測定時から当該測定時までの1日当り体重増加量をとる）は，繊度平衡維持に必要な発育を経過した場合の体重増加量を示すものと認めた．この必要増加体重量を，試験結果から各時期毎に供試緬羊各個につき調査して，その平均を以て各測定時期において繊度平衡を維持するに必要な，従って標準発育を経過するのに必要な緬羊の増加体重量とした．而してこれによって繊度平衡発育曲線を描き，同時に発育標準を定めた．

Tab. 22 B Analysis of variance

Factors	D.F.	S.S.	V.	F
Whole	14	58.09		
Between B	4	0.26	0.065	$F < F_8^4(0.05)$
Between individuals	2	54.84	27.420	$F > F_8^2(0.01)$
Error	8	2.99	0.374	

(3) 試 験 成 績

1950年度・1952年度及び1953年度における牝緬羊の成績は Tab. 23・Tab. 24 に，1953年度の牡緬羊の成績は Tab. 25 にそれぞれ表示した（Appendix 8～10）.

以上の成績を基として，供試緬羊のそれぞれの時期における繊度平衡維持に必要な体重増加量を計算して Tab. 26 に一括表示した．但しこの際，1950年度の No. 50－6 は生後3ヵ月目の成績は他に比較して，明らかに何等かの誤りとみられるので除外した．又 1953 年度の牡の321は，Text-fig. 19 の発育状況からもみられるように他に比較して飛びぬけて大きい上，その母羊（ッ26－76）も1954年剪毛後の裸体重82･2kg を示して他と格段の差異を示している結果から，特別な大型系統と判断されたので試験成績から除外することにした．

Tab. 23 Fluctuation of wool diameter and transformation of weight gain per day in ewe lambs of 1950th year

Lamb no.		＋	Age in months					
			1	3	5	7	10	12
50－1	W	(4.6)	219	177	20	121*	96*	115
	D	(28.3)	110	105	91	98	102	95
50－2	W	(5.0)	274	185	68	90*	87*	163
	D	(28.8)	107	104	88	98	98	104
50－3	W	(4.6)	194	167*	34	120*	71*	48
	D	(28.7)	109	101	94	100	103	93
50－4	W	(3.7)	207*	207	100*	77*	10	48
	D	(32.2)	102	118	102	99	94	84
50－5	W	(4.4)	216	175	48	38	105	130*
	D	(30.1)	118	113	88	84	96	102
50－6	W	(4.3)	204	85*	101*	92*	29	114*
	D	(29.3)	112	100	100	98	93	97
50－7	W	(4.5)	187	193	66	54	0	54
	D	(26.9)	119	117	94	92	84	94
50－8	W	(4.2)	207	193	78	39	74	68
	D	(28.6)	114	113	95	93	95	90
50－9	W	(4.5)	242	170	90*	100*	58	88
	D	(29.4)	108	111	102	101	87	91
50－10	W	(3.8)	213	180*	112*	130	90	137
	D	(28.3)	110	99	99	107	92	92
50－11	W	(4.8)	232	164	56	98*	32	0
	D	(27.6)	122	110	95	99	95	81
50－12	W	(5.2)	252	188	12	36	62	105*
	D	(28.1)	122	104	94	92	92	97

＋: birth weight(upper, in kg)and mean diameter of wool (under, in μ).
W: average weight gain per day (g).
D: rate of wool diameter to average diameter(%).
* : weight gained every day which is necessary for the maintenance of wool diameter.

Tab. 26 の成績を図にプロットして Text－fig. 20 の繊度平衡発育曲線を得，又この成績から3月生れの緬羊を基準とする発育標準を計算して Tab. 27 に表示した．

発育標準を図示すると Text－fig. 21の通りで，これは日本コリデール品種緬羊の標準発育曲線を示すことになる．

図と表に明らかなように1950年度の成績は1952年度と53年度の成績と殆ど一致している．これを Text－fig. 3 の緬羊の平均的発育を示す発育曲線と比較すると，生後3ヵ月目までに差を生じ，以後はそのまま平行していることが分る．

これ等の結果は，繊度平衡発育曲線と発育標準に関する著者の結果を裏書きするものであるが，更に考察において論じたい．

牡緬羊の発育曲線は(III)における牡の発育曲線と可成り違っている．これは(III)の試験においては僅かな牡を残す関係上，生後3ヵ月までの発育が非常に良好とみられる大型な緬羊が選ばれていることと，この発育が生後3ヵ月目以後順調でなかったためと考えられる．No. 321の発育を描くと，(III)の曲線を上廻る曲線がえられるであろう．このことは後に詳述する．

(4) 考　　察

1) 我が国 Corriedale 品種のタイプの問題

Corriedale 品種の育種の歴史からみて，今日も尚種々の体型が存することは止むをえないこ

とで，TAKEUCHI[101] は羊毛繊度においても Merino タイプと Lincoln タイプのあることに論及している．

1953年度牡緬羊の内 No. 321 は血統上からも特別のタイプとして処理から除外したが，その生後 12 カ月目の体重 86kg（生後13カ月目91kg）は他の13頭の平均値 52•4kg と比較して格段の差を示し，而もその繊度変化は比較的均整でほぼ標準的発育を経過していることを示しているからである．

北海道農試畜産部の報告[44] によると同場に育成されている緬羊中太番手系（体軀も大体大きいものであろう）の代表と目される No. ッ26−311は No. 321 の父で，No. 321 に次いで大きい No. 372（生後12カ月目体重72kg）はもう1頭の太番手系の代表 No. ッ21−422 系の仔であり，第3番目に大きい No. 371（生後12カ月目体重69kg）は No. ッ26−311 の仔となっている．

No. 371 と No. 372 の母羊は普通型の緬羊であったから処理から除外しなかったが，Tab. 25 からも分るように，比較的大型の発育ではあるが No. 321 のように大型系になり切っていない点が認められるであろう．

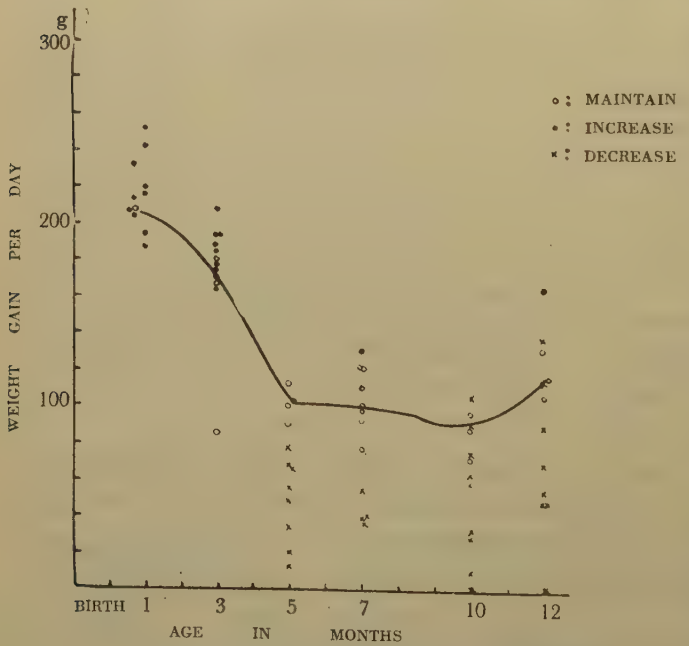
緬羊の育種において，大型系が普通型系よりすぐれていると単純にいい得ないことは，毛生密度の変化を考えれば明らかである．

各緬羊の平均繊度の差はほぼ有意とみられ，個体的差異が示されているが，その繊度平衡を維持するに必要な発育にも当然差があり，大型系は普通型系より遙かに大きい体重増加を必要と

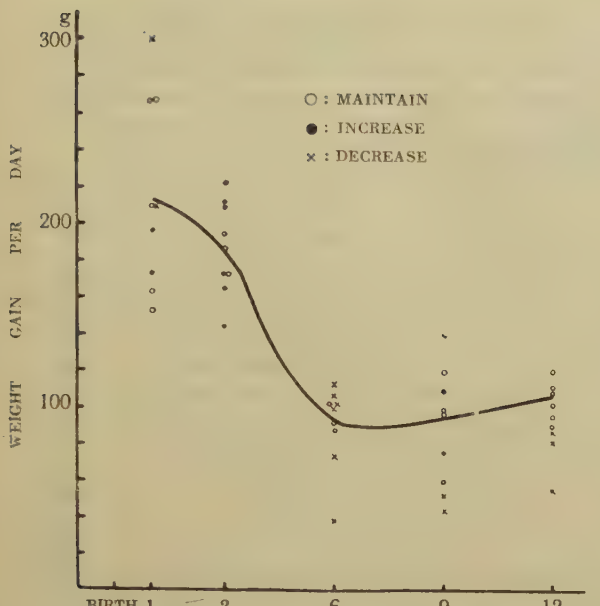
Tab. 24 Fluctuation of wool diameter and transformation of weight gain per day in ewe lambs of 1952th and 1953th years

Lamb no.		+	Age in months				
			1	3	6	9	12
52−2	W	(3.6)	173	212	100	44	91*
	D	(29.4)	104	109	96	87	103
52−3	W	(4.3)	210*	173	113	60*	96*
	D	(28.3)	99	105	95	100	101
52−4	W	(2.8)	163*	195*	107	97*	112*
	D	(29.4)	102	99	94	102	103
52−5	W	(3.2)	153*	210	102	76	110*
	D	(29.1)	100	104	92	106	97
52−6	W	(5.0)	267*	187*	88*	120*	103*
	D	(27.4)	99	101	102	97	102
53−1	W	(4.1)	210	173*	102*	110	121*
	D	(30.1)	90	100	103	106	101
53−2	W	(4.0)	197	165	39	52	56
	D	(29.8)	110	111	94	91	94
53−3	W	(5.5)	300	222	92*	99*	88
	D	(30.2)	96	112	102	97	93
53−4	W	(4.2)	267*	145	73	148	82
	D	(29.4)	101	105	95	106	94

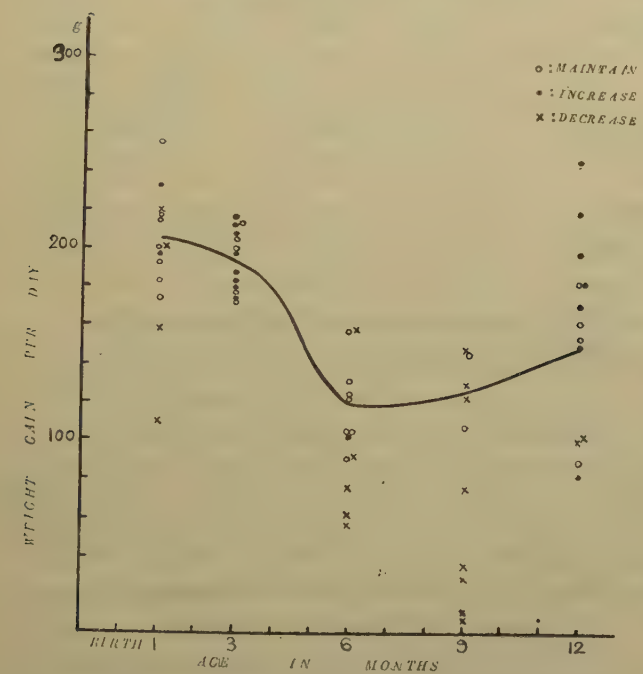
+, W, D and * are the same in Tab. 23.



Text-fig. 20A Growth curve for normal wool diameter (ewe lambs in 1950th year)



Text-fig. 20B Growth curve for normal wool diameter (ewe lambs in 1952th～193th years)



Text-fig. 20C Growth curve for normal wool diameter (ram lambs in 1953th year)

するであろう．

牝羊は比較的斉一な個体群からなっているのに反し，供試牡緬羊中からは普通型系の緬羊とは異なる小型系を系統的に分離できるかも知れないが，現在のところ実際的でない。唯Text-fig. 20において・と△が2～3〇の上下に逆にプロットされているのは，主としてこうした関係によるものであろう．

要するに著者の繊度平衡曲線とこれから導き出される発育標準の概念は，現在の緬羊資質を基準とするものであるから，緬羊資質の改善により次第に変化することは当然であろう．唯1950年度の試験において，供試緬羊の生後12ヵ月目の平均体重42.2kgの成績から，1952年度及び1953年度の試験からえられた標準発育，生後12ヵ月目体重 48.7kg をほぼ明示しえた点が重要であって，発育標準の意義もここにあるものと考える．

2) 再び発育と繊度変化のずれについて

前述の様に，FERGUSON etal[72] COOP[22] 及び HENDERSON[43] は産毛量と栄養或いは発育との間のずれの存在について述べ，著者もこれについて論及した．

この問題を明らかにする目的で，1953年度牡緬羊について，発育の落ちる生後6～9ヵ月目の成績を，繊度変化の大きい緬羊について Tab. 28 に比較した．

No. 322・338 及び 339 に特に明らかなように，測定時前1ヵ月間の平均体重増加量ではその繊度変化に一致しない点がみられる．又概して測定前2乃至3ヵ月間の平均が，測定前1ヵ月間の平均より繊度変化とよく一

致する.

著者は1953年度牡の繊度測定を各月毎に行ったのであるが，以上の理由により，生後3カ月目以後は3カ月毎の繊度変化と体重増加を対照させることにした.

但し生後1カ月目は(II)，(III)に述べた通り完全哺乳期の終期として発育上重要なばかりでなく，この間の発育速度は非常に大きいから1カ月間の増加体重を繊度変化と対照した.

3) 再び繊度平衡発育曲線について

動物の育種において，その発育曲線が滑かな曲線であることが必要とされている．繊度変化においても，平均繊度を上廻る発育を示した場合，これがその時期に於ける望ましい発育であるとは考えられない.

その理由として第1に，繊度の増大は次の時期における急激な減少となる一般的傾向が挙げられ，試験の結果もよくこれを示している．即ち供試緬羊中の双仔を比較すると，No. 52－5に対する52－4，No. 53－2に対する53－1，No. 338に対する339では何れも前者が滑かな繊度変化を示し，発育もすぐれているのに反し，後者はところどころ大きい繊度増大と共に逆に繊度の急激な激少を示している.

第2には一時的な繊度増大は，緬羊の発育全体における異常を思わせるからである．例えば毛生密度の異常な変化，伸び増大率の相対的減少，そしてこれと内部機能の変化等が考えられる.

産毛量は羊毛数・伸び

Tab. 25 Fluctuation of wool diameter and transformation of weight gain per day in ram lambs of 1953th year

Lamb no.		+	Age in months 1	3	6	9	12
313	W	(2.7)	200*	180	62	−2	88*
	D	(25.9)	98	122	88	76	97
315	W	(3.8)	219	213	122*	122	82
	D	(22.7)	87	111	98	95	107
320	W	(4.7)	214*	216	76	147	162*
	D	(26.4)	98	115	83	93	102
321	W	(4.5)	288*	230*	169*	216	231
	D	(25.7)	98	100	100	104	106
322	W	(4.3)	232	188	91*	75	182*
	D	(24.8)	105	108	98	92	98
328	W	(4.2)	110	172*	124*	29	182
	D	(24.4)	91	103	101	90	110
338	W	(3.6)	183*	198	105*	8	149*
	D	(23.6)	97	109	102	83	102
339	W	(3.7)	217*	200*	105*	129	198
	D	(24.7)	98	100	98	92	113
340	W	(4.2)	192*	174	57	11	101
	D	(21.4)	103	111	87	80	96
341	W	(5.1)	174*	184	103	−33	102
	D	(24.0)	98	112	112	71	90
362	W	(5.1)	197	207	131*	35	153*
	D	(22.8)	105	104	98	93	99
369	W	(4.4)	158	177*	92	−14	171
	D	(22.4)	96	103	96	82	133
371	W	(3.2)	200	213*	157*	107*	246
	D	(26.6)	94	100	101	97	114
372	W	(4.1)	255*	205*	158	144*	219
	D	(23.3)	100	98	92	99	118

+, W, D and * are the same in Tab. 23.

Tab. 26 A Average weight gained every day which is necessary for the maintenance of wool diameter (g)

	Birth weight	Age in months Birth～1	1～3	3～5	5～7	7～10	10～12
ewe lambs of 1950th year	4,500	207	174	101	100	85	116

Tab. 26 B

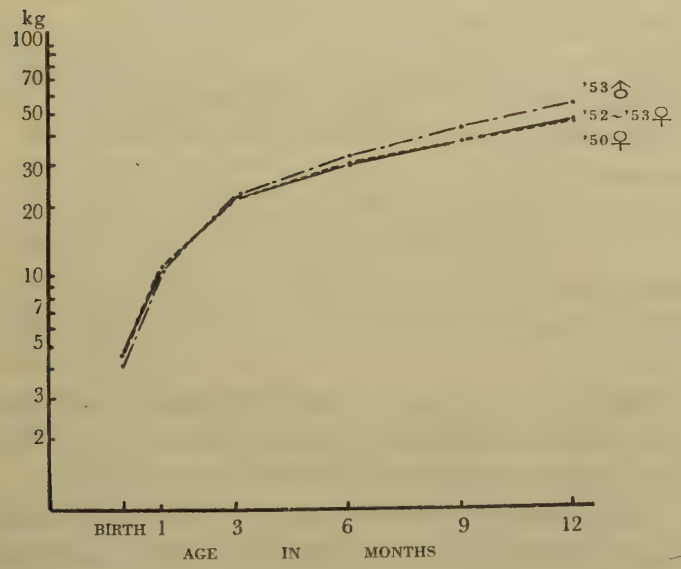
	Birth weight	Age in months Birth～1	1～3	3～6	6～9	9～12
ewe lambs of 1952th and '53th year	4,100	212	185	94	94	106
ram lambs of 1953th year	4,100	205	193	119	126	147

及び繊度に関係する．GALPIN は未発表論文において，緬羊が好適条件にある時は繊度と伸びの変化は正比例すると報じているという（BURNS[11]）．

Tab. 27 Growth standard of Corriedale lambs in Japan based on the growth curve for normal wool diameter (kg)

	Age in months					
	Birth	1	3	6	9	12
Standard of ewe lamb based on the examination in 1950th	4.5	10.9	21.5	30.8	39.0	48.4
Standard of ewe lamb based on the exam. in 1952～'53th	4.1	10.7	22.0	30.6	39.2	48.7
Standard of ram lamb based on the exam. in 1953th	4.1	10.5	22.3	33.3	44.8	58.0

Data are calculated from Tab. 26 on lambs born in March.



Text-fig. 21 Normal growth curve

最近GOODALL & YANG[35]は皮膚と毛胞に関する血管系について報告しているが，繊度変化はこれらとも関係し，全体の発育が滑かに進行する場合，繊度も平衡的に変動すると考えられる．

(III), (IV) にみた通り，生時～生後3ヵ月目間に骨格・筋肉及び内臓の発育と共に皮膚面積の急激な増大がある．従ってこの間繊度平衡を維持するための発育は特に大きいことが要求されるのであろう．

生後9～12ヵ月目において（1953年度牡では生後6～9ヵ月目も）かえって必要体重増加量が増大する理由は，季節的関係（例えば冬季に必要な脂肪の蓄積）或いは繁殖関係機能の増大等が考えられるが尚不明の点が多い．然し(III)にみた発育の一般的傾向とは一致している．

札幌市外（北緯43°）の供試緬羊からえた繊度平衡発育曲線が，関東地域（東京—北緯35°）においても同じかどうかという点については多少の疑問がある．

COOP[22]は季節的リズムは緯度の高い程強いと述べて居り，環境上の差違も大きいから，尚将来検討したいと考えている．

4）発育標準について

Tab. 27 と Text-fig. 21 に示された発育標準と標準発育曲線は，前述したように系統上の問題，地域差の問題等から更に検討を要することはいうまでもない．又被毛量の増大も含んだ極めて実際的数値であるから，それぞれ各月令について多少の訂正の必要はあろうが，我が国

Corriedale 品種緬羊飼育上に1つの規準を示したものと考えられる.

試験成績で述べたように Text-fig. 3 と 21の標準発育曲線を比較すると，牝羊では生後3カ月目における発育の差が大きな意味をもっていることが認められる.

Tab. 28 Fluctuations of wool diameter and weight gain at 9 months old in 1953th year

Lamb no.	Rate of diameter to average diameter (%)	Average gain of weight per day (g) in 6~9 months old	in 7~9 months old	in 8~9 months old
313	76	− 2	3	−13
322	92	75	131	140
328	90	29	66	67
338	83	8	38	87
339	92	129	172	180
340	80	11	49	80
341	71	−33	33	17
369	82	−14	36	30

(III) の供試緬羊中発育標準に近いものを Tab. 29 に表示した．何れも双仔中の1頭であった．特に No.53−1 は近似しているので.参考までにこの生後12カ月目の体型を示すと次の通りであった．体高:61cm, 体長:70cm, 尻長:24.5cm, 胸深:26cm 胸巾：22cm，腰角巾：17cm，臍巾：19cm，胸前巾：19cm.

標準体型の設定は第2の重要問題であるが，発育標準を定めた後，これに近似の発育経過を示した緬羊を選び，その体型測定を実施して統計的平均をとれば比較的容易に目的を達せられるであろう.

Tab. 29 Development in growth of the lambs grown nearly to the growth standard

Lamb no.	Age in months					
	Birth	1	3	6	9	12
Standard	4.1	10.7	22.0	30.6	39.2	48.7
52−4	2.8	7.7	19.4	29.0	37.7	47.8
53−1	4.1	10.4	20.8	30.0	39.9	50.8
53−4	4.2	12.2	20.9	26.1	39.4	46.8

(5) 結　　論

1) 全発育過程にわたり，繊度平衡を維持する発育を完成することは，骨格・筋肉・内臓，その他皮膚血管系・神経中枢に及ぶまでのバランスのとれた正常発育をとげた緬羊であることを意味する．繊度平衡を維持するに必要な発育即ち正常発育は各月令毎に異るが，供試緬羊の繊度変化と体重増加を対照して，各月令毎に必要体重増加量を算出すれば，これより繊度平衡発育曲線と発育標準がえられる.

2) Corriedale 品種羊について，1950年度は12頭，1952年度と53年度は計9頭の牝仔緬羊を供試して，それぞれ繊度平衡発育曲線と発育標準を作った，その成績は殆ど一致する．即ち後者の発育標準は生時 4.1kg，生後1カ月目 10.7kg，生後3カ月目 22.0kg，生後6カ月目30.6kg，生後9カ月目 39.2kg，生後12カ月目 48.7kgである.

3) 1953年度北農試畜産部において生産育成された Corriedale 品種牝仔緬羊14頭を供試して．同様の方法により繊度平衡発育曲線と発育標準をえた．その発育標準は生時 4.1kg，1カ月目 10.5kg，3カ月目 22.3kg，6カ月目 33.3kg，9カ月目 44.8kg，12カ月目 58.0kgとなる.

4) 著者の発育標準を基として描いた標準発育曲線に対し，(III) に供試した緬羊の発育曲線を比較すると，牝羊では生後3カ月目に差が大きく，以後はその差を持続している.

牝羊では生後3カ月目ではかえって標準発育曲線の方が低いが，生後9カ月目で同じになる．これは (III) の供試牝緬羊の頭数が少いため，その生後3カ月目において大型のものを選び而もその3カ月目以後の発育がやや不良であったのに反し，本試験では系統的にも明らかに大型系と目されるものを除いたからであろう．即ちこの意味で (III) の供試牝緬羊の頭数が不十分であったことを裏書している.

5) 著者の発育標準では地域差・緬羊タイプの問題等について特別に検討されていないから，この面からも更に検討を要するであろう．又現在の緬羊を基準としているから，緬羊資質の向上により変更されるのは当然である．然し非常にまちまちな発育を示した1950年度供試緬羊から作られた発育標準が，1952年度及び1953年度の発育標準に近似し，1952年度・1953年度にはTab. 24 にみる通り，標準発育に近い経過を示す緬羊が多い，このことは著者の作った発育標準の意義をよく裏書きするものといいえよう．

6) 発育と繊度変化におけるずれの関係から，生後1カ月目を除いては1カ月間の平均体重増加量より，2乃至3カ月間の体量増加量を繊度変化と比較する方が望ましい．

(VI) 総　　括

著者は1949年以来，6カ年間にわたり，我が国 Corriedale 品種について，その発育過程における生理的変動・体重・体型変化・毛生及び毛質変化について試験した．

又繊度変化と発育の関係から，繊度平衡発育曲線の概念について理論的並びに実験的に追求した．その結果更に各月令毎に繊度平衡を維持するに必要な体重増加量を求めて，繊度平衡発育曲線を描き，発育標準を定める試験を行った．

以下試験の経過及び試験結果の内重要事項のみ列挙すると次の通りである．

(1) 東京農工大学繊維学部附属農場において生産育成された Corriedale 品種仔緬羊を主として供試した．

即ち生理的変動に関する試験では，1950年度閹4頭，1951年度閹6頭，1952年度牝5頭及び閹1頭を供試し，体重及び体型変化に関する試験では，1949年度～1953年度にわたり生産された，牝23頭，牡4頭，閹11頭，他に 1954 年度生産の牝4頭及び牡6頭を供試し，毛生及び毛質変化に関する試験では，1951年度は牝3頭及び閹5頭，1952年度は牝5頭及び閹1頭，1953年度は牝6頭を供試した．

繊度平衡発育曲線と発育標準に関する試験では，1950年度は牝12頭，1952年～53年度は牝9頭を供試し，他に1953年度は北海道農試畜産部生産の牡14頭を供試した．

(2) 試験期間はそれぞれほぼ生時から生後12カ月目の1カ年間である．

少数例の試験では，できる限り双仔を比較する方法をとり，又比較の際はその差の有意性を検定した．

(3) 生理的変動に関しては，体温・呼吸数及び脈搏数を常法により測定し，血液性状は硫酸銅法によって全血比重・血漿比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度を測定して比較した．

(4) 体重及び体型変化に関しては，各月令毎に，体重を秤量し，体高・体長その他羊体各部を測定して比較し，又体高を規準とする相対的発育速度の変化を試験した．

(5) 毛生及び毛質に関する試験では，CARTER[14] の mid-side に相当する部位にほぼ正方形に入墨して，この一定部位に生産された羊毛の羊毛数・産毛量・繊度及び伸びの変化を試験し，同時に皮膚面積増大率を試験した．

(6) 入墨部位における生産羊毛の水分・羊毛脂・シュイント・夾雑物及び純羊毛量の変化を試験した．

(7) 仔緬羊の体温及び呼吸数は夏季に高く，冬季に低く，血液比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度は夏季に低く，冬季に高い傾向が認められた．但し脈搏数は定型的変化が認められなかった．

(8) 仔緬羊の体温・呼吸数・全血比重及びヘモグロビン濃度は季節的変動を考慮すれば幼少期に高く，血漿比重と血漿蛋白質濃度は逆に幼少期に低く発育につれて高くなる傾向が認められた．

(9) 単位面積当り純羊毛生産量（純羊毛生産量も傾向としては同様）と羊毛の伸びは冬季に減少し，COOP[22] の所謂季節的リズムが存在する．季節の影響は発育不良羊において特に大きかった．繊度変化における季節の影響は発育不良羊にのみ認められた．

(10) 生時から生後1ヵ月目までの変化

(イ) 次の生後3ヵ月目に比較すると，体温・呼吸数・脈搏数及び血液諸性状の個体差が大きい．調節機能の発達が尚不十分な為であろう．

(ロ) 体重及び羊体各部の発育量が大きい．

(ハ) 羊毛数はまだ少い．毛生密度は生時を最高として急激に減少する．純羊毛生産量は最も少いが，単位面積当り純羊毛量は最大となる．

(ニ) 羊毛中の水分含量は少いが莢雑物が多い．

(11) 生後1～3ヵ月目の変化

(イ) 体温及び呼吸数は上昇し，全血比重及びヘモグロビン濃度も高い．血漿蛋白質濃度及び血漿比重は変らない．然し生後3ヵ月目に体温・呼吸数・脈搏数及び特に血液比重・ヘモグロビン濃度・血漿蛋白質濃度の各個体間の差が非常に小さくなる．

(ロ) 体重は依然として直線的傾向を以て増大する．体高・体長その他は曲線的傾向を以て増大するが，特に体長・尻長・胸深・胸巾等の発育量が大きい．胸前巾の相対的発育速度は臍巾のそれより大きい．

(ハ) 純羊毛生産量は次の期間と共に最高になる．羊毛数も急激に増加し，毛胞の新生はほぼこの期間に終るものと考えられる．

繊度は生後3ヵ月目に，伸びもまたこの期間に最高となる．

毛生密度は皮膚面積増大率が大きい為，発育のよい緬羊がかえって小さくなる．

(ニ) 羊毛中の水分含量が増加し，一般に莢雑物含量は少なくなる．

(12) 生後3～6ヵ月目の変化

(イ) 体温及び呼吸数は最高となる．高温多湿の影響により呼吸頻迫して時に Polypnoea の状態を示す．

血液比重・ヘモグロビン濃度及び血漿蛋白質濃度は減少して最低となる．

(ロ) 体重増加は一般に生後3ヵ月目を屈折転向点として，生後月令に対する函数的変化の時期に入る．体高・体長・尻長・胸深・胸巾等も生後3ヵ月目を変曲点として生後月令に対する函数的変化を示し，特に体長以下の各部位の相対的発育速度は減少する．離乳とその後の高温多湿な悪環境の影響が考えられるが，性成熟期の影響も考えられる．

臍巾の相対的発育速度は，牝羊では前期までとは逆に胸前巾のそれより大きくなる．尻長の相対的発育速度は体長に比較して，前期まではやや小さかったのがこれとほぼ等しくなる．何れも牝羊の性成熟と関係して，後軀の発育が前軀より増大してくることを示している．

尚牡羊の腰角巾の相対的発育速度は臍巾のそれより大きくなり，尻長の相対的発育速度も体長のより大きいが，胸前巾は依然臍巾より大きく，前勝ちの体型を示している．

(ハ) 羊毛数は最高に達し，ほぼそのフリースを完成する．然し繊度と伸びは減少する．純羊毛生産量は前期と共に最高を示すものが多い．毛生密度は，一方では皮膚面積増大率が小さくな

り，他方羊毛数が増加するからほぼ前期と変らない．

(ニ) 羊毛中のシュイント含量は次第に増大し，その為純羊毛含有率は減少する．

(13) 生後6～9ヵ月目の変化

(イ) 体温及び呼吸数は次第に減少し，血液性状中特に血漿比重と血漿蛋白質濃度は増大する．

(ロ) 体重及び羊体各部の変化は前期とほぼ同様な変化を示している．

(ハ) 羊毛数は減少に転ずるが，GALPIN(34) のいう如く，急激な減少はみられず，逆に増加する緬羊もみられた．繊度・伸び・純羊毛生産量・単位面積当り純羊毛生産量は何れも減少し，発育不良羊の減少率が特に大きい．

(ニ) 羊毛中のシュイント含量が急増して最高となり，その為純羊毛含有率が減少する．

(14) 生後9～12ヵ月目の変化

(イ) 生理的変動は前期の傾向と変らない．

(ロ) 体重及び羊体各部の変化も前期とほぼ変らないが，牝羊では腰角巾の相対的発育速度が急に大きくなり，尻長の相対的発育速度も体長のそれより大きく，更に後軀の発育増大を示している．

(ハ) 毛生に関しても，前期とほぼ等しい傾向であるが，冬季に当る場合，純羊毛生産量・伸び及び発育不良羊の繊度の減少がみられる．但し生後12ヵ月目の繊度は概して生後9ヵ月目より大きい．

(ニ) 羊毛脂が最高となるが，その原因は冬季の濃厚飼料の増給及び試験では蚕沙エンシレージの給与に依るものであったと思われる．冬季に当るにも拘らずシュイント含量は前期に次ぎ大きく，汗腺その他の機能増大を示している．

(15) 生後3ヵ月目は発育における屈折転向点をなし，生理的にも1転機をなしているとみられる．この生理的意義は，幼少期は調節機能が比較的発達していない為環境の影響を受け易く，3ヵ月目以後は又，離乳による栄養的変動，性成熟との関係，季節の影響等も大きく，そのため個体差が増大するから，生後3ヵ月目はその間における1種の生理的安定期をなすものと考えられる．

(16) 栄養状態の影響は体重は勿論，胸巾・体長・尻長・胸深等に及ぼす影響が大きかった．特にこれらの部位に対しては生後3ヵ月目までの栄養状態の影響の大きいことが認められた．発育速度の大きいもの程影響を受け易いとみられ，胸前巾と臀巾の比較においても生後3ヵ月目までは胸前巾の方が，生後3ヵ月目以後は臀巾の方が，それぞれ栄養状態の影響が大きいのも同様な理由によるものであろう．

(17) 発育不良羊で血漿比重と血漿蛋白質濃度の低い傾向がみられたが，発育良好羊のこれらの測定値が他より高いということはなかった．

(18) 発育良好羊は冬季における季節的影響が少く，羊毛の伸びも大きいから純羊毛生産量が多い．然し発育初期の栄養状態によって羊毛数が左右される事実は認められなかった．

(19) 発育初期の運動によって，緬羊の呼吸調節機能が増強された．又体長増大は有意の差を示し効果が認められた．

(20) シュイント含量は生後6～9ヵ月目に平均16～19%にも達している．我が国産の黄色羊毛の成因にも何等かの関係があるものと考えられる．

(21) 発育変化と繊度変化の関係から，繊度平衡を維持した場合の体重増加量は，順調な発育を経過する為に必要な体重増加量を示すものであるとの結論に達した．

実験の結果，繊度平衡とは平均繊度に対し± 3 %以内の繊度の変動を示した場合と認められた．

(22) 平均繊度の± 3 %以内の変動を示した場合の体重増加量を供試緬羊から調査し，その平均をとって仔緬羊の発育につれ変化する繊度平衡発育曲線を描き，同時に発育標準を設定した．

(23) 1950 年度と 1952～53 年度の牝羊の発育標準は殆ど一致した．後者は生時 4.1kg，生後 1 カ月目 10.7kg，生後 3 カ月目 22.0kg，生後 6 カ月目 30.6kg，生後 9 カ月目 39.2kg，生後 12カ月目 48.7kg である．

(24) 牡緬羊の発育標準は次の通りであった．生時 4.1kg，生後 1 カ月目 10.5kg，生後 3 カ月目 22.3kg，生後 6 カ月目 33.3kg，生後 9 カ月目 44.8kg，生後 12 カ月目 58.0kg.

(25) 以上の発育標準に近い発育経過を示した牝羊をえらび，その体型変化を検討した．

(VII) SAMMARY

(1) Introduction

Sheep farming in Japan is generally managed in the conditions very different from those in foreign countries. Comprehensive researches on the various aspects in the process of growth of lambs are, though essential for sheep farming, rarely known either in Japan or in foreign countries.

The growth standard of the Corriedale sheep as a specific breed of the Japanese Corriedales is to be established for all the difficulties. The following researches carried out since 1949 to find out a growth pattern are concerned with synthetical investigations of the growth process of the Corriedale lambs in the aspects of their physiology, body weight, type, and also of their wool growth, both qualitative and quantitative.

(2) Physiological transformation in the process of growth

(1) The influence of heat and humidity in summer, when lambs wean, is believed to be great. But, except the report by MILLER & MONGE of 1946, very few researches have been published about the physiological transformation of lambs and about the relations between the nutrition and exercise and the physiology of growing lambs.

The following investigations have since 1950 been attempted to answer the questions above mentioned and to establish the pattern of physiological transformation in the growth processes.

(2) The lambs examined are those of Corriedale Breed born and grown up in the farm of Faculty of Textile, Tokyo University of Agriculture & Technology. The first experiment ranges from November 1950 to August 1951 with 4 wether lambs; the second from June 1951 to March 1952 with 6 wether lambs; the third covers one year starting from the date of birth with 5 ewe lambs and 1 wether lamb.

(3) The body weight was measured every other month. The average of body temp., respiration rate, pulse rate, sp. g. of whole blood and bloodplasma, haemoglobin concentration and protein content in plasma, etc. were gained from the measurements made for 3 days before and after the measurement of body weight.

The copper-sulphate method was applied to the measurement of blood.

(4) In the second experiment, 2 lambs were grazed in the barley field from October

to December; in the third experiment 3 lambs of twin pairs were let to exercise freely from their birth to the 6th month after birth, to be compared with the controlled lamb.
(5) The results gained are as follows:

a) The body temp. and the respiration rate of lambs were great in summer and small in winter, while sp. g. of whole blood and bloodplasma, haemoglobin concentration and protein content in the bloodplasma were small in summer and great in winter.

The reason of such seasonal variations can be ascribed to the changes of atmospheric temperature.

b) The typical change in the growth process of the lambs recognized in the body temp., respiration rate, sp. g. of whole blood and haemoglobin concetration was great in their young ages, while sp. g. of bloodplasma and protein content in the bloodplasma became greater as the lambs grew up.

c) The rise of body temp. and the increase of respiration rate were enormous in midsummer, and sometimes brought about the state of polypnoea.

d) The respiration rate of those lambs which exercised in their young ages became smaller in summer than that of controlled lambs, though greater at first. This shows the respiratory strength increased.

e) The haemoglobin concentration and the protein content of the bloodplasma in the under-grown lambs were rather small, when those in the well-grown ones were not clearly great.

f) The 3rd month after birth can be said to be a stable period of the physiological transformation, especially in view of various elements in blood.

g) No typical change was found in pulse rate.

(3) The growth and development in body weight and in linear measurements

(1) BRODY (1945) reviewed in details the normal curves of growth in gross live weight and of the various components of the animal body seperately, and indicated that in all living matters the age changes which occur follow the same fundamental pattern.

HAMMOND (1932) also discussed some problems of meat production, and found that different parts of the body and different tissues of the carcass grow at different rates as the animal grows from birth to maturity.

Many researches on the subject of growth (LUSH, 1930; MCMEEKAN, 1940; WALLACE, 1948; JOUBERT, 1953; PÁLSSON & VERGÉS, 1952; etc) have pointed out the marked influence of environmental conditions, especially that of nutrition on growth.
(2) Few investigations on the growth of lambs are found except those by HAMMOND, WALLACE, PÁLSSON, etc who studied fat lambs, but give no report on the growth of lambs for breeding.

The following investigations have been carried out to inquire into the typical transformation in the growth process of Corriedale lambs, and into the environmental influences, especially those of nutrition and exercise on them.
(3) The investigations were made with 23 ewe lambs, 4 ram lambs and 11 wether lambs, born in the farm of Faculty of Textile, Tokyo University of Agriculture & Technology, and with 4 ewe lambs and 6 ram lambs, born in 1954, till they were 3 months old,

including 7 pairs of twin lambs.

Measurement of each lamb was taken every month until it grew 12 months old (9 months old, by male), its biometric constant being found out.

(4) Measurement is made of body weight, withers height, body length, rump length, chest depth, chest width, shoulder point width, rump width, thurl width and radius height.

(5) In 1952-1953 an experiment was made in which 10 lambs were divided into two groups; one group, comparing with the other, was let to exercise from one month till six mouths old.

In 1954, 10 lambs were divided into 2 groups; one group which was well-grown and exercised from one month old till 3 months old was compared with the other group.

(6) The body weight of lambs increased, showing the straight line, until they were 3 months old, and then it changed to the functional growth curve propounded by BRODY, HABU, etc.

All linear measurements, however, changed along the curved lines in early stage. These curved lines do not correspond to the functional curves indicated by the changes of all linear measurements observed after 3 months old.

(7) The following points were made clear as the result of comparison of the specific growth rates of various parts of the lamb's body according to the standard of body height:

a) The specific growth rate of body length and rump length is great bofore lambs are 3 months old. The same process is seen of chest depth and chest width.

b) In ewe lams, when the rate of rump length is compared with that of body length, the former is smaller than the latter at first, and later becoms greater. When the thurl width is also compared with the shoulder point width, the former is smaller than the latter before lambs are 3 months old, and then become greater. This may be related to puberty.

c) The specific growth rate of the rump width in comparison with the thurl width becomes greater after lambs are 3 months old (by male) and 9 months old (by female).

d) Such parts as chest width, body length, rump length, chest depth, etc, which grow rapidly, are easily influened by environment and by nutritive condition in the young ages of lambs. By the same reason, the thurl width depends more on the nutritive condition than the shoulder point width does after ewe lambs are 3 months old.

(8) The influence of exercise on growth is not so clear as anticipated, and only the body length is greater than that of the controlled lambs.

In the group which was grown well and let to exercise, the chest width, body length, rump length, chest depth and shoulder point width showed the significant differences, as compared with those of the controlled lambs.

(4) The transformation in wool production and wool quality

(1) Only few reports on wool production and wool quality are yet known, though the detailed investigations on the prenatal fleece development have been done by CATER (1939, '43, '47) and others.

GALPIN (1947, '48), BURNS (1949, '53, '54), HENDERSON (1953) and COOP (1953)

have respectively made their reports, pointing out the importance of this problem. But their conclusions differ from each other regarding such important questions as:

a) whether the nutritive condition in early period of growth has anything to do with the development of fleece,

b) when fleece becomes most rich,

c) whether wool growth varies with season.

(2) Very few, if any, investigations on the growth process of Corriedale lambs in Japan are known up to date, The following study was carried out to research the quantitiy, quality and chemical components of their wool, and to research the influences of nutritive condition and climatic change on them in order to find out the pattern of transformation in the wool, making reference to the opinions of the researchers above mentioned.

(3) The investigations were carried out respectively with 8 lambs during the period from their first month to the 12th month after birth in 1951, and with 6 lambs from birth to the 12th month after birth in 1952, and with 6 lambs from birth to the 6th month after birth in 1953.

The measurements were made of the weight, number, length, and diameter of wools clipped from the particular parts of skin previously tattooed by R. H. Burns' method.

(4) The linear correlation between the ratio of skin growth and that of weight gain is clearly great ($r=0.90$ in '52, and 0,93 in '53). The ratio of increase is particularly great in well-grown lambs before they are 3 months old.

(5) The numbers of wools on the tattooed parts become greatest in the 6th month after birth. The exceptional development shown by 4 lambs may prove it as valid that the nutritive conditions influence the fleece development as GALPIN, HENDERSON, etc reported.

(6) The fiber density per sq. cm is greatest at the time of birth, later decreasing gradually to show no marked change during the period from the 3rd month to the 6th month after birth. The average number of wool in the 12th month in 1952 is 1577 per sq. cm.

(7) The fiber density is to be considered in relation with the ratio of the skin growth, and the result of the investigation shows that the quantity of wool produced is not great even when the density is high if the lambs are under-grown.

The right time for the comparison of the density is thought to be in the 3rd month after birth.

(8) The net weight of wool produced in the part tattooed is generally greatest during the period ranging from the 1st to the 3rd month or from the 3rd to the 6th month after birth, decreasing to minimum during the period ranging from the 9th to the 12th month (in 1952) or from the 6th to the 9th (1951). The decrease in winter is remarkable in the under-grown lambs.

(9) The net weight of wool per sq. cm generally decreases every month. The c value of GALPIN does not agree with the result of this investigation with the lambs in their young ages.

(10) The wool growth by the day becomes greatest in the 1st–3rd month after birth,

decreasing to the smallest in winter, which is remarkable particularly in the under-grown lambs.

(11) The wool diameter becomes greatest in the 3rd month after birth, decreasing to the smallest in the 9th month. But the decrease in winter is not remarkable except in the under-grown lambs.

(12) The seasonal rhythm in wool growth is seen clearly in length, but not in diameter.

(13) The analysis of chemical components in wool shows that:

a) The amount of net wool weight is greatest in the 1st-3rd month and in the date of birth-1st month, and that after the 3rd month it becomes small on account of the increase of suint and wool grease.

b) The amount of suint is highest in the 6th-9th month, reaching 16-19% in average. The fact that the amount of suint in wool produced during the period of the 3rd -6th month is lower than that in later period may be ascribed to the functional change of sweat gland and sebaceous gland.

c) The amount of wool grease is highest in the 9th–12th month.

(5) Growth curve for normal wool diameter and growth standard

(1) The growth standard of the Corriedale lambs in Japan is very difficult to establish by a statistical method, because of many special conditions in the feeding of lambs in Japan.

This study is an attempt to derive the growth standard from the conception of the growth curve for the normal wool diameter.

That is:

a) The weight gain of lambs which maintain wool diameter shifting between 103% and 97% of average diameter in their growth process, can be considered to be the weight gains necessary for the maintenance of wool diameter in growth.

b) The curve can be given by means of the dots scattered in the diagram, in which the axis X stands for monthly age of lambs and the axis Y for the 'necessary weight gain' measured every month after the birth.

c) At the same time, the growth standard can be known from this 'necessary weight gain'.

(2) The conception of this curve theoretically indicates that the wool diameter can be kept normal as long as lambs grow in satisfactory conditions.

(3) Further research was carried out to make clear the relations between the growth and the wool diameter, especially the problems regarding the seasonal rhythm and wool diameter of wool growth, the typical transformation brought with the wool growth in itself, and the temporal discordance between the development in the growth and that in th wool diameter.

(4) The study was carried out with 12 ewe lambs born in 1950, with 9 ewe lambs born in 1952 and '53 in the farm of Faculty of Textile, Tokyo University of Agriculture & Technology, and with 14 ram lambs born in 1953 in the farm of the Livestock Section, Hokkaido Agr. Exp. Stat.

The body weights of the lambs examined were measured every month during one year after their birth.

The measurements of the wool diameter were done with the wools clipped from the tattooed part on the left shoulder-blade in 1950, and with those from tattooed part in mid-side.

(5) The average weight gained necessary for the maintenance of the wool diameter in every month was measured, comparing the weight gained every day during the 1st, 3rd, 5th, 6th, 7th, 9th, 10th and 12th month after birth with the fluctuation of wool diameter (shown by percentage of average diameter).

The growth curve for the normal wool diameter, and the growth standard are sought from this 'necessary weight gain'.

(6) The growth standard based on the experiment in 1952-'54 agrees with that in 1950-'51.

(7) The normal curve of the growth (shown by the growth standard) is compared with that given in the (**III**).

(8) The measurement taken of various parts of the lambs grown nearly to the growth standard will hereafter be able to indicate the standard of the body type with comparative ease.

(VIII) 参 考 文 献

(1) A. S. T. M. Committee 1949. Standards on textile materials. 1949. Philadelphia.

(2) Badreldin, A. L. *et al.* 1951. Heat tolerance of cows and buffaloes in Egypt. Nature, 167 (4256) 856 (ref. Biol. Abst. 1952, **26**: (1), 1280).

(3) _____ & M. A. Ghany. 1954. Species and breed differences in the thermal reaction mechanism. J. Agr. Sci., **44**: (2), 160.

(4) Bell, D. S., Spencer, D. A. & J. I. Hardy. 1936. Ohio Agr. Exp. Stat. Bull. 571. cited from Coop(22).

(5) von Bergen, W. 1947. Mathew's textile fibers. 5th. edit., 450-614, New York.

(6) Bonsma, V. 1934. Fleece density in Merino sheep. Onderstepoort J. Vet. Sci., 3: (1), 217. cited from Galpin(34).

(7) Brody, S. *et al.* 1927. Growth and development with special reference to domestic animal III, IV & VI. Missouri Agr. Exp. Stat. Res. Bull., 97, 98 & 101.

(8) _____ 1945. Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals. New York.

(9) Burns, M. 1949. Studies on follicle population in relation to fleece changes in lambs of English Leicester and Romney breeds. J. Agr. Sci., **39**: (1), 44.

(10) _____ 1953. Observations on the follicle population of Blackface sheep. J. Agr. Sci., **43**: (4), 422.

(11) _____ 1954. Observations on the development of the fleece and follicle population in Suffolk sheep. J. Agr. Sci., **44**: (1), 86.

(12) Burns, R. H. 1931. Monthly wool growth studies. J. Text. Ins., **22**: (2), 9.

(13) _____1935: Growth of skin area in sheep. Proc. 28th. Ann. Meet. Amer. Soc. Anim. Prod.

(14) Carter, H. B. 1943 a. Studies in the biology of the skin and fleece of sheep I. Council for Scientific and Industrial Research. Bull., (164), 1.

(15) _____ 1943 b. Studies in the biology of the skin and fleece of sheep II. ibid. (164), 23.

(16) _____ & M. H. Hardy. 1947. Studies in the biology of the skin and fleece of sheep IV. Council for Scientific and Industrial Research. Bull., (215), 1.

(17) 畜産試験場中国支場. 1940. 産地を異にせる和牛の発育・飼料利用性及び資質に関する試験. 畜試年報, (6): 29.

(18) _____ 1940. 和牛の発育及資質に及ぼす濃厚飼料給与量の影響. 畜試年報,(6): 34

(19) 畜産試験場長野支場. 1940. 仔緬羊の発育. 畜試年報, (6), 63.

(20) ＿＿＿＿＿＿＿＿ 1940. 仔緬羊の放牧に関する試験. 畜試年報, (6), 68.
(21) 朝鮮総督府慶州種羊場. 1944. 羊毛の繊度に関する試験. 日畜会報, **16**: (2～4), 156.
(22) Coop, I. E. 1953. Wool growth as affected by nutrition and by climatic factors. J. Agr. Sci., **43**: (4), 456.
(23) Döhner, H. 1935. Die Feinheit und Festigkeit der deutschen Schaf Wolle. Berlin.
(24) Dry, F. W. 1933. J. Text. Inst., 24: T 161 cited from Wildman(108).
(25) Duerden, J. E. 1936. Bull. of Wool Industries Research Association, **5**: (3), 24. cited from Cater (14).
(26) 江口文野. 1951. 血液蛋白性状の季節変化. 日本生理学会誌, **3**: (9), 442.
(27) Ferguson, K. A., Carter, H. B. & M. H. Hardy. 1949. Studies of comparative fleece growth I. Aust. J. Sci. Res. 1949, B: (2), 42.
(28) ＿＿＿＿＿＿＿＿ 1949. Aust. J. Sci. Res. 1949, B: (2), 438. cited from Coop(22).
(29) Fraser, A. 1934. Influence of nutrition on wool growth. Nutrition Abst. Ann. Rev., **4**: 9.
(30) 福田邦三. 1950. 血液循環. 生理学講座, 8: II-3, 東京.
(31) 福島種畜牧場. 1954. 昭和28年度研究会資料.
(32) Gaalaas, R. F. 1945. Effect of atmospheric temp. on body temp. and respiration rate of Jersey cattle. J. Dairy Sci., **28**: 555.
(33) ＿＿＿＿＿＿＿＿ 1947. A study of heat tolerance in Jersey cows. J. Dairy Sci., **30**: (2), 79.
(34) Galpin, N. 1947, '48. A study of wool growth. J. Agr. Sci., **37**. (4), 276 & **38**: (3), 303.
(35) Goodall, A. M. & S. H. Yang. 1954. The vascular supply of the skin of Ayrshire calves and embryos. J. Agr. Sci., **44**: (1), 1.
(36) Goot, H. 1945. Hairiness in wool. New Zealand J. Sci. Tech., **27**: 173.
(37) 群馬県種畜場. 1954. 緬羊に関する発育調査. 要覧 (昭和28年), 64.
(38) 羽部義孝. 1932. 牛体発育に関する函数的研究. 畜試報告, (28).
(39) ＿＿＿＿. 立川牧夫. 1941. 家兎体重の変化とその測定に就て. 日畜会報, **13**: (3～4), 405.
(40) Hammond, J. 1932. Growth and development of mutton qualities in the sheep. Edinburgh.
(41) 原島進・片田正武. 1951. 兎の血液成分の季節的変動. 総合研究班研究報告集, 学術月報別冊資料 (22), 157.
(42) Hardy, J. I. & J. B. Tennyson. 1930. Wool fineness as influenced by rate of growth. J. Agr. Res., **40**: 457.
(43) Henderson, A. E. 1953. Fleece development and wool growth on the Romney lamb. J. Agr. Sci., **43**: (1), 12.
(44) 北海道農業試験場畜産部. 1954. 緬羊の系統育成試験 I. 北農試 (畜) 昭和28年度事業報告.
(45) ＿＿＿＿＿＿＿＿ 1954. 環境因子が緬羊の毛質毛量並に栄養状態に及ぼす影響. 同上.
(46) Hutchison, H. G. & R. M. Mabon. 1954. Studies on the environmental physiology of cattle in Tanganyika I. J. Agr. Sci., **44**: (1), 121.
(47) 井口賢三・三田村健太郎・菊池脩一. 1943. 乳汁代用飼料によるホルスタイン牝犢の生時より初産分娩迄の育成成績に就て. 日畜会報, **15**: (4), 237.
(48) 石井尚一他. 1953. ホルスタイン種に及ぼす暑気の影響に関する研究II, III. 日本畜産学会九州支部講演要旨.
(49) 石崎三郎. 1948. 馬体諸測定値の相関関係. 日畜会報, **18**: (3～4), 30.
(50) ＿＿＿＿ 1950. 異なれる環境に於ける幼駒の生長の一調査. 日畜会報, **21**: (3～4), 講演要旨.
(50) Joubert, D. M. 1954. The influence of winter nutritional depressions on the growth, reproduction and production of cattle. J. Agr. Sci., **44**: (1), 5.
(52) 加藤浩. 1949. ホルスタイン及びバークシャーの熱地順化に就て. 日畜会報, **19**: (1～4), 87.
(53) ＿＿＿＿ 1952. 家畜人工授精法. 東京.
(54) 木村和誠他. 1938, '39. コリデール種羊毛の毛質に関する研究 I, III. 日畜会報, **11**: (1), **12**: (1) 講演要旨.
(55) ＿＿＿＿. 竹内三郎・内藤元男 1941. 緬羊の2回剪毛に関する調査研究IV. 日畜会報, **14**: (4) 講演要旨.
(55) 北協乾明. 1938. 保険医学雑誌, **37**: (3), 127. 小泉(58)より引用.
(57) 小林・上坂・石原・川島. 1941. 産地を異にする牛の発育飼料の利用性及資質に関する試験 I. 日畜会報, **13**: (2), 講演要旨.

(58) 小泉清明. 1935. 体温生理学, 東京.
(59) KRONACHER, C. & G. LODEMANN. 1930. Technik der Haar und Wollen Untersuchung. Berlin-Wien.
(60) 久野 寧. 1949. 汗. 2版 京都.
(61) LUCAS, I. A. M. & W. THOMSON 1953. The effect of flooring upon pigs reared in an otherwise cold environment. J. Agr. Sci., **43**: (2), 192.
(62) LUSH, J. L. 1945. Animal breeding plans. Iowa.
(63) MARSTON, H. R. 1948. Aust. J. Sci. Res. 1948, **8**: (1), 362. cited from COOP(22).
(64) MAYNARD, L. A. 1947. Animal nutrition. 2nd edit., New York.
(65) MCMEEKAN, C. P. 1945. Principles of animal production. Auckland.
(66) MERCER, E. H. 1954. The relation between external shape and internal structure of wool fibers. Text. Res. J., **24**: (1), 39.
(67) MILLER, J. C. & L. MONGE. 1946: Body temp. and respiration rate, and their relation to adaptability in sheep. J. Animal Sci., **5**: (2), 147.
(68) 三村 耕.1950. 緬羊の放牧と電気牧柵. 畜産の研究, **4**: (8), 476.
(69) ＿＿＿＿ 1951. 酷暑季に於けるアンゴラ兎の生理的変動に就て. 日畜会報, **22**: (1), 11.
(70) ＿＿＿＿ 1952. 緬羊飼料としての桑葉の毛質に及ぼす影響. 日畜会報, **22**: (2～4), 79.
(71) ＿＿＿＿ 1952. 桑葉による緬羊飼育試験（詳報）. 緬羊資料(7), 東京（日本緬羊協会）.
(72) ＿＿＿＿ 1953. 緬羊の飼い方. 東京.
(73) ＿＿＿＿ 1954. 硫酸銅法による緬羊の血漿蛋白質濃度測定法. 日畜会報, **24**: (3), 121.
(74) ＿＿＿＿ 1955. 硫酸銅法による緬羊のヘモグロビン濃度測定法. 日畜会報, **26**: (2), 67.
(75) 簑島 嵩 1949. 血液生理学. 東京.
(76) ＿＿＿＿ 1950. 血液. 生理学講座, 8: I-1, 東京.
(77) 三田村健太郎・広瀬可恒・鏡道夫. 1950. 幼畜の自然放牧による発育試験に就て. I. 日畜会報, **21**: (2), 87.
(78) ＿＿＿＿, 厚海忠夫. 1950. 北海道に於けるホルスタイン乳牛の標準体型に就て. 日畜会報, **21**: (3～4), 講演要旨.
(79) 村田喜一・秋貞真一郎. 1941. 羊毛の理化学的研究III. 日畜会報, **14**: (2), 講演要旨.
(80) 中原重樹. 1940. 緬羊の長期蚕沙飼育に於ける毛質に就て. 日畜会報, **13**: (2), 講演要旨.
(81) NATHUSIUS, W. VON. 1866. Das Wollhaar des Schafes in histologischen und technischer Beziehung mit vergleichender Berücksichtigung anderer Haare und der Haut. Wiegaudl u. Hempel. cited from CARTER(16).
(82) 西村静一・吉松志郎.1951. 出生後8カ月間の人体体温の逐日的観察. 体質医学研究所報告, **1**: (4), 361.
(83) 仁科昭文. 1942. 寒羊毛の毛質に就て. 華北農業第3期, 187.
(84) 西野入尚一. 1950. 気候の変化に対する身体的機能の順応過程. 日本衛生学雑誌, **5**: (1), 11.
(85) 野田真五郎・中野優. 1950. 気温の乳牛役力に及ぼす影響. 日畜会報, **22**: (1), 講演要旨.
(86) 緒方維弘. 1949. 寒冷と体温調節. 東京.
(87) 岡田重治・大野末松. 1940. 満洲に於ける羊毛生長の季節的変化に就て. 農事試験場研究時報, (34).
(88) 岡本正幹他. 1953. 乳牛の体温, 脈博及び呼吸と気温との相関について. 日本畜産学会九州支部講演要旨.
(89) 岡本・大坪・海江田. 1954. 家畜の耐暑性に関する研究 I. 日本畜産学会春季大会講演要旨.
(90) 大久保政則・婦歯尚. 1946. 興安北省に於けるロシヤ及びモーコ牛の体型に関する研究. 日畜会報, **17**: (1～2), 51.
(91) PÁLSSON, H. & J. B. VERGÉS. 1952. Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. J. Agr. Sci., **42**, (1～2), 1.
(92) RITZMAN, E. G. & N. F. COLOVES. 1930. Surface area of sheep. Circ. Univ. N. H. Agr. Exp. Stat., (32), cited from GALPIN(34).
(93) 斉藤道雄. 1936. 満州羊毛に関する研究 I. 大陸科学院研究報告, **1**: (2).
(94) ＿＿＿＿ 1937. 同 上 II. 同 上 , **1**: (11).
(95) SEATH, D. M. & G. D. MILLER. 1947. Heat tolerance comparisons between Jersey and Holstein cows. J. Animal Sci., **6**: (1), 24.
(96) SERRA, J. A. & M. A. MATOS. 1951. Nature of the canary coloration of wool. J. Text, Inst., **42**: T 329.

(97) Spöttel, W. & E. Tänzer. 1923. Arch. Naturgesch., 1923, 89, Abt. A., (6), 1. cited from Carter (14) and from Fröhlich, G., Spöttel, W. & E. Tänzer (Wollkunde. Berlin, 1929).
(98) 占野靖年・森 彰. 1949. 緬羊詳説. 東京.
(99) 菅井一男. 1953. コリデール種緬羊の毛胞群に関する研究 I. 日畜会報, **24**: (1), 33.
(100) 高木健大郎. 1950. 呼吸. 生理学講座, 9: I-1. 東京.
(101) Takeuchi, S. 1940. Studien über die Feinheit der Wolle des Corriedaleschafes. Jour. Coll. Agr., Tokyo Imp. Univ. XIV, 465.
(102) 竹内三郎. 1940. 我が国における輸入緬羊の毛質変化に就て. 農業及園芸, **15**: (5), 20.
(103) 竹内・田先・初瀬・川端・山口. 1949. 本邦コリデール種の体型に関する生物統計学的研究. 日畜会報, **18**: (3～4), 15.
(104) 田坂定孝 1951. 体温. 生理学講座, 11: V-I. A. 東京.
(105) Wagner, W. 1910. Die Entwicklung des Rinderkörpers von der Geburt bis zum Abschluss des Wachstums. Arbeiten der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde. Heft 8. Hanover.
(106) Wallace, L.R. 1948. The growth of lambs before and after birth in relation to the level of nutrition I～III. J. Agr. Sci., **38**: (2,3 & 4).
(107) Wildman, A.B. & H.B. Carter. 1939.N ature, 1939, **144**: 783. cited from Wildman(108)
(108) _____ 1949. Review of Textile Progress 1. 83. Liverpol.
(109) _____ 1951. III ibid 3: 185. Liverpol.
(110) 山本正直. 1951. 血液蛋白の栄養学的意義に関する研究 1. 日本生理学雑誌, **13**: (9), 408.
(111) 山根・葛野・寺田・高橋.1940. 体温, 脈搏数及び呼吸数の変動より観たるホルスタイン種, 蒙古牛, 朝鮮牛並に印度牛の耐熱性比較. 熱帯獣医畜産学雑誌, **1**: (1), 1.
(112) 山根甚信・加藤浩. 1940. 印度牛, 台湾牛, 朝鮮牛, 蒙古牛及びホルスタインの皮膚面積の比較特に耐熱性との関係に就て. 同上**1**: (1), 20.
(113) 吉田重雄・犬童幸人. 1949. 乳用山羊の体型に関する生物統計学的研究. 日畜会報, **19**: (1～4), 75.
(114) 吉川春寿. 1948. 硫酸銅法. 東京.
(115) 吉村寿人他. 1951. 体温調節機能と物質相関に関する研究. 日本生理学雑誌, **13**: (1～2), 29.

No. 52—1

No. 52—2

No. 52—3

No. 52—4

No. 52—5

No. 52—6

Plate 1. Photographs of the yearlings after shearing which were investigated in 1952~1953

No. 53—1

No. 53—2

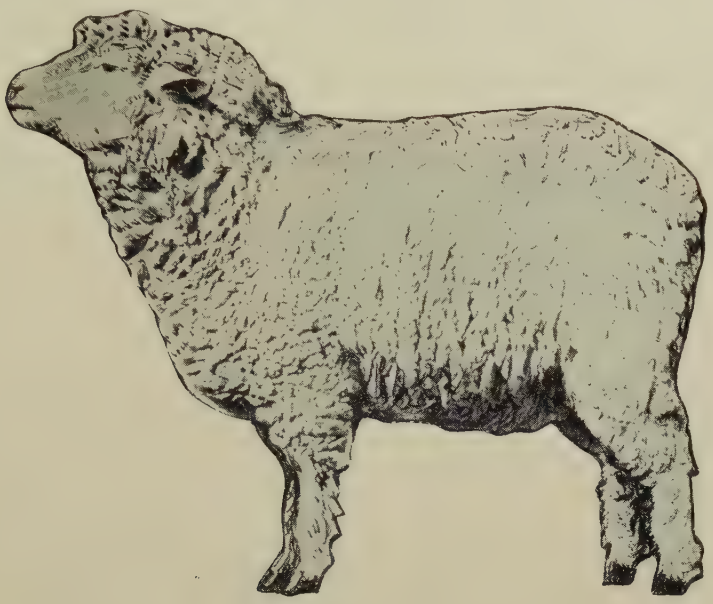
No. 53—3

No. 53—4

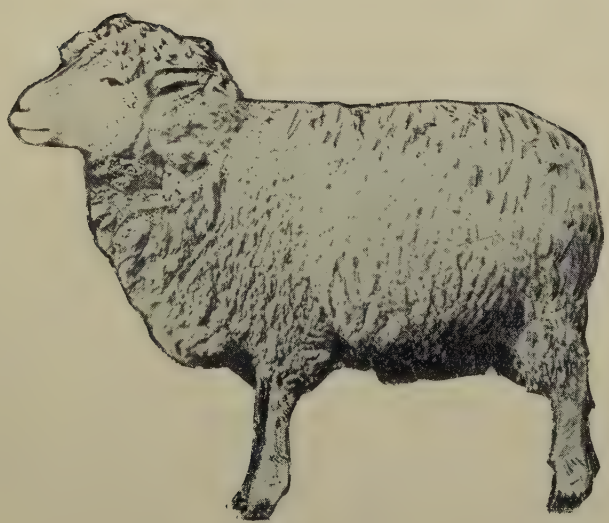
No. 53—5

No. 53—6

Plate 2. Photographs of the lambs investigated in 1953



No. 53—1



No. 52—4

Plate 3. Photographs of the yearlings investigated in 1952～1953 (No. 52–4) and in 1953～1954 (No. 53–1) which were grown nearly to the growth standard

MIMURA : Growth of Corriedale Lambs in Japan

和牛市場価格変動の特殊性について

小　野　茂　樹

広島大学水畜産学部畜産学科

Observation on the Price Behavior of the Japanese Native Cattle

Shigeki ONO

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Text-figs. 1-11 ; Tables 1-9)

（I）まえがき…… 267
（II）和牛価格変動の特殊性…… 269
（III）和牛価格変動に関する従来の見解について…… 270
（IV）従来の牛価変動論に対する批判…… 272
（V）牛価の季節的変動…… 273
（VI）戦後に於ける牛価の季節的変動…… 274
（VII）仔牛の「牡価率」について…… 283
（VIII）むすび…… 285
（IX）Summary in English …… 286

(I) まえがき

我が国における畜産の性格が役畜優位の構成であることが，欧米の畜産に対して著しく変則的なものであり，且つ我が国畜産の後進性を示す重要な指標とされているが，この場合役畜（Arbeitsvieh）とは用畜（Nutzvieh）に対する呼称であり，畜産の内容となる家畜は第一義的には用畜であらねばならないとの前提に立っている．ただ，我が国において役畜と称せられる家畜の，支配的な部分を占めるものは和牛即ち役肉用牛(註1)であり，兼用役畜の形をなしているのであるが，然しこの場合も和牛が「用畜的たるよりも役畜に傾いている」ためにこれに役畜としての類別を与えているのが通例である．(註2)

和牛が「用畜的たるよりも役畜に傾いている」とされるのが如何なる指標によるのかよく判らないが，飼料効果的にみて和牛が肉畜としての性格に乏しいということ，及び一般の農業経営の中において占める和牛の経済的性格が役利用を中心としており，肉牛の生産を目的とする経営が数少いという事実を指摘したものであろう．

和牛が窮局において国民生活に於ける肉需要に応えているという理由だけでは，和牛が肉畜即ち用畜としての性格を持つ家畜だとは云えないであろう．乳牛や役馬でもそれが廃畜として処分せられるに際しては何れも肉用化されるのだから，和牛が老廃牛或は牡仔牛として食肉消費に供せられるのは，和牛が必ずしも用畜としての効用を持つからだとは限らないのである．和牛が役肉兼用畜であるためには，和牛が役利用のみならず肉牛として改良されたものであり，更に一般の和牛飼養目的の中に，役の利用と肉の生産とが同じ重要度をもって採り入れられておらなくてはならない筈である．

農林省畜産局編「畜産提要」（昭和27年度版）によると，役肉用牛を肥育して肉用として販

売した農家数は82,335戸であり，役肉用牛（成）販売総戸数の18·8%，同飼育総戸数の3·9%にしか当らない．尤もこの場合，頭数については不明であるが，戦前の肥育事情を示す畜産局編「本邦の牛肥育事業」（昭和13年）によると，1肥育農家当りの肥育頭数は年間1頭内外に過ぎないから，上記の販売農家数をそのまま肥育牛生産頭数とみて差支えないであろう．

他方，同じく27年度において屠殺されて肉用とされた成牛は374,840頭であり，この中の一部には乳牛の廃畜が含まれるとしても大部分は和牛であるから，この屠殺されたものの中，肥育されないで肉用化されたものが，何れも廃牛としての処分であったか，或は和牛の肥育されないで肉用化されたものは乳牛や役馬等の廃畜と同質的なものとみるべきか，換言すれば和牛の肉畜的側面を如何に評価すべきかについては尚問題が残されているが，ともあれ和牛流通の最終段階における肥育用牛としての利用の程度は極めて停滞的なものであることが判る．

和牛が役肉用牛と云われながら，肉の生産即ち肥育を目的とした飼養形態及び其の頭数は前述した如く極めて僅かである．然しながら，だからと云って一般の和牛の飼養形態が役利用のみを目的とした経営だとは断定し難い．周知の通り，使役のみを目的とした和牛の飼育は僅かに関東以東にみられるのみであり，(註3) 其他は何れも繁殖—育成—肥育の各段階において軽役を課しつつ，それぞれ役肉用牛としての使用価値の増殖を期待して飼育している経営が多いのである．筆者はかくの如き和牛の飼養形態を和牛の用畜的飼育形態と呼んでいるが，(註4) 用畜的飼育形態における和牛のあり方は農業経営の単なる技術的装備，即ち労働手段としてのみでなく，それ自体労働対象となり，経営に対して生産物を挙げるものとみなければならない．

換言すれば，若し農業経営における和牛の意義が単に畜力の利用のみにあるとすれば，(註5) 和牛は経営における生産財として評価され，其の価格はむしろ低い方が経営にとっては好ましい条件となるに違いない．和牛飼育の形態即ち繁殖・育成・使役・肥育の何れを主たる目的としているかによって，牛価変動に対する農家の受け取り方に違いはあろうけれども，然し過去において和牛飼養農家の増加し来った契機は，牛価下落によるよりも牛価上昇に依存することが大きいということは見逃せない．ただ，和牛と経営との結合の特殊性から，欧米にみられる如き牛価と飼養頭数との強い相関関係が我が国では認め難いというだけである．(註5)

ともあれ，農業経営に於ける和牛の意義が単なる労働手段，或は厩肥の生産手段でないとすれば，和牛の価格の問題は単に低くありさえすれば良いと云ったものではなく，他の農産物の価格と同様に，その価格の動向は一般の農家にとって可成り重要な課題として採り上げねばならない問題であるに違いない．

註1. 役肉用牛の中には朝鮮牛が含まれるが，鮮牛の輸入が杜絶している今日においては役肉用牛＝和牛とみてよい．

註2. 桃山直市．1949．日本農業と略農経営．P. 17.

註3. 宮坂梧朗．1936．畜産経済地理．P. 95.

註4. 桃山直市氏は前掲書（P. 15～17）において用畜の中に繁殖用の種畜を含め，更に育成・肥育用畜も用畜であるかの如く解されている．然し，用畜・役畜の類別は便宜的な区分であるだけに，繁殖用・育成用・肥育用の各家畜をそのまま用畜として類別することは概念上の混同を招くのではないかと思う．筆者の「用畜的」というのは飼育形態を指したものであり，家畜そのものの類別ではない（拙稿 1956「産牛経営の規模について——和牛の用畜的飼育についての一考察——」農業と経済，第22巻第3号参照）．

註5. Breimyer, Harold F. 1955. Obseravtions on Cattle Cycle. Agricultural Economics Research, Vol. 7, No. 1及び拙稿．1955．「牛価の下落について」農業と経済，第21巻第8号．

(II) 和牛価格変動の特殊性

周知の通り，豚価の変動特にその週期性は，従前より興味ある研究対象となっており，我が国においても研究業績必ずしも乏しとしないが，和牛の価格について，殊に生体としての和牛の価格の変動について採り上げた業績は極めて少ない．

米国においては Pig Cycle に対して Cattle Cycle, 即ち畜牛の頭数及び価格の週期的変動が古くから学者の一部に注目されているが，然し米国における Cattle Cycle は農業の生産構造を著しく異にする我が国においては，必ずしもそのままの形では現われない．Cattle Cycle についても従前より見解の対立があり，畜牛頭数増減の週期性が Self-generation に基づくとなすものと，それが外部的条件（Outside Influences）によると主張するものとがある．(註1) Cycle が Self-generation によるとの見解に従うと．牛価が上昇した時は生産者は手持の牛を繁殖用に供するために屠殺用向の牛が減少し，牛価は一層騰貴すると共に畜牛総頭数が増加する．しかして増殖された牛がやがて屠殺年令（Slaughter Age）に達した時は，屠殺頭数が一時に増加するため牛価は下落する．牛価の下落は生産者の生産規模拡大への意慾を喪失せしめ畜牛頭数は減少するが，畜牛の減少は次期のCycleを開始せしめる牛価高の原因となるという．

Cattle Cycle における Self-generation 説に対して John Hopkins 等は Cycle を起す原因を Cattle Industry の外側に求めているのであるが，何れにしても米国における畜牛頭数とその価格との相関は，畜牛業に於ける利潤の増減を仲立ちとして，相互規制的な関係に置かれているのであって，Cattle Cycle も結局は一般の Industrial Cycle の一環としてみらるべき現象である．

然るに，我が国における肉牛の生産は，欧米における純粋な肉牛の場合とは事情を異にし，屠殺年令というものが明確でなく，又肉牛生産が一部の限られた農家に採り上げられ，主として畑作地帯における甘藷・麦等の自給飼料に依存し，(註2) 或は砂質地帯の土質改善目的に結合して成立しており，更に肥育用牛と雖も役利用から免れ得ない実情にあるから，その頭数の増減が単に牛価の騰落のみによって引き起されるとは限らない．

和牛の飼養が前述した如く「用畜的」である限り，牛価の変動による和牛飼育の收益性の増減が経営の規模なり内容なりに変化を及ぼすことは当然であるけれども，然し和牛飼養の規模は多くは1頭飼育であり又その飼料基礎は耕地起原の副産物残滓にあり，更に和牛の農業経営に於ける利用目的が複合的である為めに，牛価の変動と飼養頭数の増減とが必ずしも相互調節的な動きを示さない．

第1表は和牛の準繁殖地帯である広島県芦品郡の国府村（現在府中市に合併）における経営耕地広狭別の和牛飼養状況を示したものであるが，この表では特に和牛（成牝）の資質別（登録資格別）にその飼養規模をみている．表によると，経営耕地の広い農家程和牛の飼養頭数も多いが，然しそれよりもむしろ経営耕地の拡大するにつれて飼養する和牛の資質が向上している点が顕著である．換言すれば，我が国における和牛の飼養規模は先ず第一次的には耕地の経

第1表 経営規模別にみた和牛(成)の資質別飼養状況 —広島県国府村—

経営規模別	飼養戸数	飼養頭数	飼養頭数に対する資質別頭数割合 (%) 本登録	予備登録	登録補助	無登録
	戸	頭				
反 ～3	41	41	—	29.3	39.0	31.7
3 ～5	120	123	2.4	30.1	37.4	30.1
5 ～7	70	73	4.0	37.1	39.7	19.2
7 ～10	8	10	20.0	40.0	30.0	10.0
計又は平均	239	247	3.2	32.4	38.1	26.3

備考1. 何れも成牝牛のみ，成牡牛の飼養なし
飼養農家割合，50.6%
2. 昭和29年2月現在

営規模に制約されるが故に，農家の経済力が上昇しても必ずしも飼養頭数の拡大の方向には向かわず，むしろ資質の高い和牛を導入して收益性の向上に努めるであろう.(註3)而もこの場合でも，役及び厩肥の農業的利用を見積らなければ，和牛生産の收支は償わないのが通例であるが(註4)かかる産牛経営の性格は育成・肥育の場合でも同様であり，牛価の変動が必ずしも頭数の増減を伴わない場合があり得ることを物語っている.

更に，肉牛を除く所謂農用和牛をめぐる需給関係は，他の農産物と違って，何れも農業の内部的事情に強く制約されており，換言すれば農用和牛をめぐる生産の基盤と消費の基盤は，共通的に農業の内側のみに依存しているために，和牛の価格形成を明らかにするには，我が国農業における和牛の意義，或は役割というものが正しく認識されていなければならない.

註1. 前掲，Breimyer, Harold F.

註2. 広島県鷲浦における筆者等の調査によると肥育牛生産における飼料費の 60～84 %は自給飼料費で占められる.「肥育牛の生産経済」(農林省経営土地利用部. 1953. 農業経営通信，3号所載）参照.

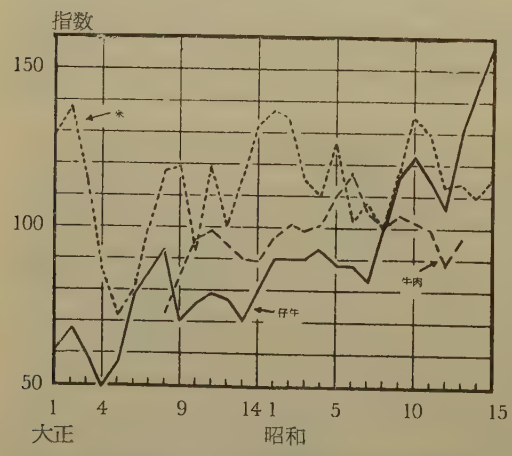
註3. 前掲. 拙稿.「産牛の規模について」

註4. 和牛飼養の收支計算としては，坂本四郎他「中国地方における和牛の生産構造」（島根農大報告第3号),斉藤英策「和牛肥育地の農業経営」(中国農経資料第6輯）等参照.

(III) 和牛価格変動に関する従来の見解について

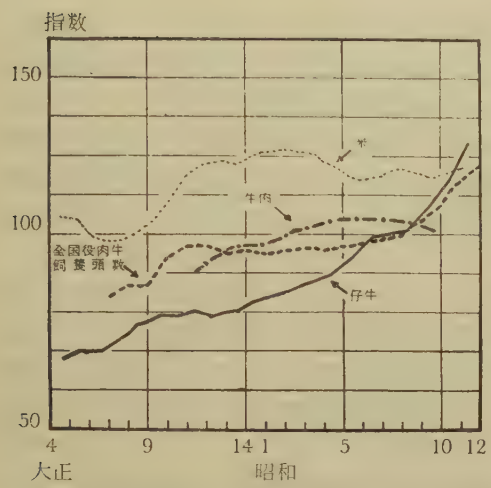
和牛価格の変動に関する数少い文献の中，代表的なものとして先ず桜井守正氏の「仔牛の生産と流通に関する若干の考察」(註1) を採り上げる.

桜井氏は鳥取県の家畜市場における明治42年以降昭和15年迄の仔牛価格の変動を考察して，その間における仔牛価格の推移を物価指数・米価及び牛肉価格と対比する時，仔牛価と他の3者との間には(＋)の相関々係が認められるという. 次に仔牛価格を物価指数（東京卸売物価）で除して，昭和8年を100とした指数（仔牛の購買力指数）と，同様に処理した米価及び牛肉価指数とを対比すると（第1図),何れも大体8年を週期とする変動を持っていることが認められる. 従って8カ年移動平均をとると，そのトレンドは米・牛肉・仔牛の順序で次第に上昇率が大となるが（第2図),特に昭和4,5年以降における仔牛の購買力指数のトレンドは急速に高くなっている. 換言すれば，仔牛価格は米価に対しては勿論，牛肉価格に対しても相対的上昇の傾向にあったとみられる. これ等仔牛価格の動きは如何なる理由によるか.



第1図　仔牛・牛肉・米の購買力指数の推移（桜井）

先ず第2図に示した鳥取県仔牛の購買力のトレンドと全国役肉用牛飼養頭数とを対照すると，昭和初期迄は両者の上昇率は略等しい. 即ちこの時期迄は全国的な飼養頭数の動きが仔牛の価格形成に決定的な役割を果したと考えてよい. 所が，それ以後における仔牛価格の全国的飼養頭数に対する相対的上昇傾向は如何なる原因によるかというと，先ず昭和初期より昭和6年迄は牛肉価格も上昇傾向にあ



第2図　購買力指数の8カ年移動平均及び全国役肉牛飼養頭数指数　（桜井）

備考1.　移動平均指数は昭和8年を100とする累年指数より計算す。

2.　飼養頭数指数は昭和8年を100とする累年指数。

るから，牛肉価格が仔牛価格を上昇せしめたと理解される．

昭和6年頃迄の仔牛価格の動きに対して，桜井氏は以上の如き説明を加え，続いて昭和7,8年以降において，牛肉価格の停滞傾向にも拘らず全国役肉牛飼養頭数の動きにも増して，仔牛価格が上昇した原因として，和牛飼養後進地の需要を挙げ，鳥取県産仔牛のセリ価格を決定するといわれる大阪・福島（牝）及び群馬・岐阜（牡）における仔牛の需要度を測定して，「要するに，福島県あるいは群馬県にみられるような役肉牛飼養頭数の増加，それは殆んどそのまま飼養戸数の増加を示すと思われるが，その急速な普及が犢価格を上昇せしめたと見ることが出来る」という．

次に供給の側からみた仔牛の価格については，鳥取県和牛生産頭数，家畜市場入場頭数，同売買頭数との関連性を問題とし「一般的には生産頭数多き年次には価格も安く，家畜市場での売買頭数も少く，生産頭数少き年次には価格も高く，家畜市場での売買も多いということが出来る」とし，また「犢価格の高低に対しては，農家は1～2年の遅れをもって，生産頭数を増減して適応している」としている．

以上が桜井氏の仔牛価格変動に関する所見の概略であるが，氏によると牛価を上昇せしめる需要の側からの原因として牛肉に対する需要の増大―具体的には牛肉価格の上昇―及び和牛飼養農家（頭数）の増加の2点が挙げられるが，ただ昭和7,8年以降の仔牛価格上昇の現象に対しては，特定地域即ち和牛飼育後進地における需要の動向が問題となるという．

牛価の変動を，牛肉価格や飼養戸数の変動との関連の上にみようとする立場は，桜井氏の見解というより，従来からの常識的な和牛価格変動に対する考え方を代表するものであり，桜井氏の牛価論の特徴としては，むしろ昭和7,8年以降の牛価の相対的上昇に対して和牛飼育後進地における需要度を問題とされている点にあると思われるが，然しこの点についても桜井氏の牛価論に疑問があるといわねばならない．即ち，若し桜井氏が問題としている仔牛価格の変動が鳥取県産仔牛のみの特有な現象として採り上げられているなら，かかる方法論も止むを得ないと思われるが，昭和6年頃迄の牛価の変動について牛肉価格にしろ和牛飼育農家数にしろ，何れも全国的な視野から資料を挙げているのは，対象となる鳥取県産仔牛価格の動向が，我が国における仔牛価格の長期的変動を代表しているものとの仮定の上に立っての考察に違いない．

換言すれば，仔牛価格の変動を鳥取県の仔牛価格で示しているのは，全国的なデーターに欠けているための便宜的な方法であった筈であるが，昭和7,8年以降の牛価変動に対して突如として鳥取県産仔牛の特定需要地における需要度のみを測定して，一般的な牛価上昇の裏付けとされている点に方法論としての誤謬が指摘されねばならない．尤も，桜井氏はこの辺りの論旨にかなり不明瞭な表現をしておられるので，或は単に1例として上記後進地の需要度を測定し，問題分析の手懸を示そうとしておられるのかも知れないが，それでは氏の指摘する昭和7,8年

以降の牛価の相対的上昇は如何に理解すべきであろうか.

この点について農林省中国農試農業経営部の「和牛の流通経済」[註2] の立場は「満洲事変が中日戦争へと拡大されるに従って，軍隊及び軍需産業への農村労力の流出によってもたらされた農村での労力不足をカバーするための役畜導入の増加，軍需にもとづく牛肉消費の激増が戦時下の一般的インフレーションと相俟って犢価格を異常なほど高騰させ，それは一般の物価統制が逐次強化される過程にあっても，統制されることがなかったために一層著しい上昇傾向を辿ったのであろう」としている.

「和牛の流通経済」では，仔牛価格の変動要因として供給の側から各年度に於ける和牛の生産頭数に移入頭数（鮮牛）を加えたものを挙げ，屠殺頭数を以て一応の需要量としてこれ等相互間に於ける逐年的変化と仔牛価格の変動との間に相関々係を認めているが，対象とする牛価は桜井氏と同じく鳥取県における仔牛価格であり，牛価の長期的変動のみならず季節的変動についても若干ながら触れている.

註1. 桜井守正. 1952.「仔牛の生産と流通に関する若干の考察」農業総合研究. 第6巻第3号，P. 187～212.

註2. 農林省中国農試経営部. 1954. 和牛の流通経済. P. 61.

(IV) 従来の牛価変動論に対する批判

明治末年から昭和 15,6 年頃迄の和牛価格の長期的変動について言及した上記の2つの論文を通して，我々は次の如き一応の結論を与えられる. 即ち，牛価は先ず一般物価の変動に追従して変動しているが，物価変動を除去した牛価は大体7～8年の週期を以て騰落している. 然し，これは牛価に個有の変動様式ではなく，米価及び牛肉価格においても同様である. だが，それにも拘らず，トレンドとしてみる時，牛価は米価及び牛肉価格を越えて上昇して来ている.

而して，かくの如き牛価変動の原因として桜井氏は前述した如く，昭和初年頃迄は和牛飼養の普及を，それ以後昭和6年頃迄は牛肉に対する需要の増大を挙げている. 仔牛価格と同様な騰落傾向を示す米価については，桜井氏はこれを牛価変動の直接的原因とは認めず，農家は「牝犢1頭は約10俵に相当するもの」としてこの尺度を通して仔牛価格の高低を測り，「1～2年の遅れをもって生産頭数を増減して適応している」[註1] とみている.

和牛飼養頭数（戸数）の増加が牛肉価格の上昇と共に牛価上昇の主要な原因と考える桜井氏の立場は極めて常識的ではあるが，然しそれだけに厳密さを欠いでいる. 和牛が単に労働手段として農業的利用に供せられているなら，飼養戸数の普及は同時に需要の増大を意味するし牛価上昇の原因となろう. 然しそれが若し繁殖形態を兼ねる場合は，飼養戸数の増加は同時に生産的基盤の拡大，即ち供給の側の増加となっても現われて来る. 我が国の慣行の和牛飼育形態においては，繁殖即ち仔取りを兼ねた役利用の形が多いから，牛価変動の原因となる飼養頭数の推移は単なる頭数の増減ではなくて，生産頭数（この場合屠殺及び輸出入頭数が同時に考慮されねばならないが）に対比された飼養頭数の増減及びその割合が問題とされねばならないであろう.

更に，何らかの事情で和牛に対する需要が急激に高まったとしても，和牛の生産条件からみて需要の高さに応じた供給の増加，即ち飼養戸数の普及となって現われることも実際問題として不可能であろう. 要するに明治末葉以降，我が国における飼養頭数が漸次上昇のトレンドを示していることは必ずしも牛価との相関的な関係を実証するものではなく，むしろ長期的な一般的経済事情の反映と考えなくてはならないであろう. 若し両者の相関々係を強調するとすれば

前述した8～9年を週期とする価格の変動が飼養頭数の変化を伴なわなくてはならない(注2).

更に米国に於ける Cattle Cycle にみられる如き，牛価の下落につれて飼養頭数が急激に減少することも，我が国の場合一般的には認められなかったものと考えてよいと思う．即ち，我が国では通常1農家1頭飼育であり，而も役利用と厩肥の生産に強く結合しているため，牛価の下落は産牛意慾を停滞せしめ，従って飼養戸数拡大の方向には向かわないとしても，和牛が例えば乳牛などに代替せられない限り，和牛飼養の内側に於て牛価に即応した需給調節的な動きが大きく現われるとは考えられない．換言すれば，農用牛に対する需要の弾力性は極めて低いものと考えてよかろう．

飼養戸数の増加が牛価上昇の原因となることは一般論として肯定できるし，また和牛を単なる労働手段と考えるとき，かかる因果関係が先ず成立すること――この場合飼養戸数の増加が何によるかは一応別問題として和牛の需要量が生産量に対して過大であることが前提となる――は否定できない．和牛が用畜的な飼養形態を採る場合も需要の増大が価格を騰貴させるという一般論を無視できないとしても，実際には牛価上昇を原因として飼養が普及するものと考えるのが至当であろう．

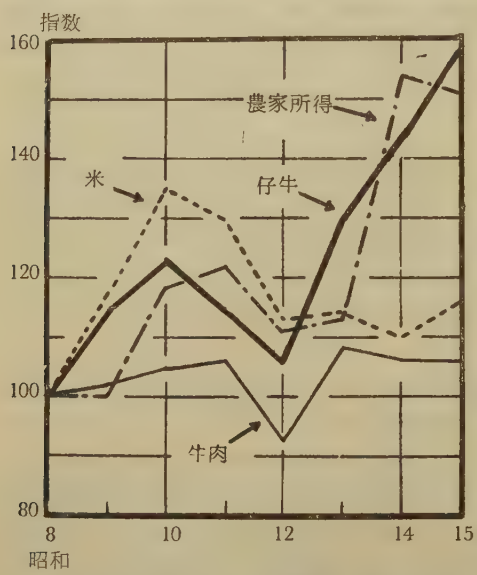
和牛が兼用畜である限り，和牛をめぐる需給関係に絶えず2面的性格がつきまとうのであるが，少くとも明治末葉以降の，牛価の物価に対する相対的上昇の原因としては，この間における和牛の用畜的な性格――即ち繁殖・育成の対象として――の強化，換言すれば和牛登録制度による和牛の改良を挙げなければならないし，更にまた，ある時期においては農家の購買力の変化が牛価変動の重要な原因を構成したことも見逃せない．ただ価格が相対的のものである限り，牛質の改良による牛価上昇にも一定の限界があり，また兼用畜としての和牛の経済的性格換言すれば，経営の中に多面的に結び付かなければ経済的に成立し得ない経済的な低さというものが，その飼養戸数なり頭数なりの増大を強く制約しているから，牛価の変動要因というものは当時における諸々の経済的条件を絶えず考慮に置きつつ，その主要なものが決定されなければならないであろう．

次に桜井氏は昭和7,8年以降における仔牛価格が牛肉価格の停滞的傾向にも拘らず，また和牛飼養頭数の動きにも増して，相対的上昇傾向にあることを指摘し，この原因として和牛飼養後進地における需要の増加を挙げられている．この点については先に指摘して置いたので重複を避けたいが，農林省中国農試編「和牛の流通経済」が満洲事変の発展に伴なう役及び牛肉に対する需要の増加が牛肉を騰貴せしめたと述べているのは，極めて漠然とした表現ではあるが，ある程度事実を正当に評価しているのではないかと思う．即ち前述した如く和牛に対する需要が急激に増加しても，これに応ずる供給の増加は急速には望めないから，牛価の騰貴が飼育数や牛肉価を越えてみられるとしても不思議ではないからである．ただこの場合，牛肉に対する需要の増大は牛肉価格を騰貴しなければならないが，この時期における牛肉価格の騰貴は一般のインフレ傾向に伴なうものであって，物価指数と対比すれば牛肉価はむしろ停滞しており（第2図参照）．従って桜井氏の指摘される如く（前述）これを牛価の相対的上昇の原因とは認め難い．

牛価上昇の原因として，飼養戸数の増加なり飼養後進地における需要の増大は勿論参照すべき条件であるには相違ない．然し和牛に対する農家の需要の高さというものが，単に和牛飼養戸数（頭数）の増大となってのみ現われるとは限らないのであり，前掲第1表においてもみた様に農家の飼養する和牛の資質の向上という形でも現われる場合があり，而もかくの如き農用牛に対する需要の増大――それが頭数の増加となって現われるにしろ――が実現されるために

は，それを可能ならしめる農村の購買力の高さが問題とされねばならない場合もある筈である．

今，試みに前掲第1図において採り上げられた昭和7,8年以降の牛価・牛肉価・米価の動きに加えて，同様に物価指数で除した農家所得の大きさの推移をみると，第3図の如くなり，農家所得は1～2年のズレはあるにしろ牛価の相対的上昇傾向に極めて類似した動きを示している．尤も引用した農家所得は農林省「農家経済調査」によるものであり，「調査」が農家所得の実態をどの程度正しく把えているか，或は示された農家所得の，何れの部分が仔牛の購買力として発現するか等の疑問はあるが，然し兎も角，仔牛に対する需要の大きさを知るためには，牛肉価格や飼養戸数の動向等が参照されると共に，ある場合には仔牛に対する，より直接的な購買力の高さが問題とされなくてはならないであろう．



第3図　仔牛・牛肉・米・農家所得の購買力指数
（昭和8年＝100）

備考　1. 仔牛及び米は第1図に同じ
2. 牛肉は物価庁調べ
3. 農家所得は農家経済調査報告による

以上，筆者は牛価の長期的変動を取扱った2つの文献を挙げ，筆者の修正的見解を附加したのであるが，従来の牛価論の欠陥は先ず第1に和牛と農業との結びつきの特殊性に対する理解の上に立脚していないこと，次いで牛価変動の要因として和牛の持つ2面的性格即ち肉用牛及び農用牛としての2つの側面からの価格変動要因について分析的な考察がなされていない点であろう．

和牛は役肉兼用畜であるからその価格変動要因も肉用牛，即ち個人的消費に向けられる商品（但し軽度な加工段階を経て）としての変動要因と，農用牛即ち生産手段としての変動要因とが一応別個に考えられなければならない．勿論，実現される市場価格が具体的には和牛価格として共通的なものであり，肉用牛価格と農用牛価格とは，相互規制的な関係にあるけれども，変動の経過としては夫々別個な働きかけをするものとみなくてはならない．

今，仮りに牛肉に対する需要が急速に増加した場合，それが肉用牛価格を上昇せしめ，肉用牛価の騰貴は素牛としての農用牛価格を上昇せしめるが，然しこの場合，農用牛価は単に素牛価格としてのみ肉用牛価に結合するものでなく，農用牛そのものが肉牛としての評価を受けるに到るであろう．換言すれば，農用牛は仔牛と雖もそのまま肉需要に応ずる商品としての性格は持っているのであるから，牛肉に対する需要が極めて高い場合は，農用牛がそのまま肉牛として転用されることもあり得る．而も前述した如き和牛の生産乃至飼養条件からみて肉牛として直ちに商品化され得る農用牛は和牛総飼養頭数の一部に過ぎないから，牛肉需要の増大が引続いて起った場合は牛価に及ぼす影響は極めて強いものと考えられる．だが，牛肉需要は国民の購買力水準に照応するものである限り，かかる側面よりの需要の急速な増大は，むしろ異例であり，一般的には購買力水準の上昇，国民の食生活慣行の変化に基づき増加するものと考えられるから，その牛価に及ぼす影響は急激ではあり得ない．

これに反し，農用牛をめぐる需給関係の変化は，農用牛に対する需要の弾力性が比較的乏しいとみられるだけに，牛価に対する影響は大きく，従って上記の牛肉需要の急激な増大の如きは，むしろ農用牛価の下落→肉牛価の下落→牛肉価の下落，という一連の過程を通して起る場合が多いとみられる．1例を挙げると，近年における牛肉生産量（消費）は昭和29年後半以来著しく増しており，30年1～7月の牛肉生産量は前年同期の40%近くの増を示しているが(註2)，これは牛価殊に仔牛価格の下落に基づきハム・ソーセージ等の加工用肉としての仔牛の消費が高くなったことによるものであり，農用牛・肉牛及び牛肉の価格関係は第2表に示す如くである。即ち第2表によれば，価格の下落率の最も高いものが農用牛殊に仔牛価格であり，下落率の最も低いものが牛肉小売価格であることが判る．換言すれば，農用牛価格の下落が肉牛価格に波及し，更に和牛価格の下落が牛肉価格を下落せしめたものであり，この場合農用牛価格の下落が何故起ったかという点に問題が残されるとしても（後述），牛価と牛肉価格との相互関係において牛肉価格が常に牛価変動の原因と考えることは間違いだといわれねばならないであろう．

第2表　牛価及び牛肉価格の変動（指数）
昭和29年上半＝100

		農用牛		肉成牛	牛肉	
		仔牛	成牛		卸	小売
昭29年	上半期	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	下半期	84.3	79.9	90.4	92.0	98.9
30年	上半期	44.4	64.2	82.8	78.5	97.7
	下半期	44.4	58.8	75.0	—	—

備考　牛価は尾道市場取引成績より，牛肉価格は農林省「農業観測」Ⅶより作製。

次に牛価の変動と屢々対比される和牛飼養戸数（頭数）の消長についても，それが和牛飼養の普及の余地，即ち和牛の販路が拓かれているか否かを示す重要な指標となり得るとしても，飼養戸数なり頭数の増減が牛価に及ぼす影響は極めて間接的なものであり，或はむしろ牛価の変動の結果として飼養戸数（頭数）の増減が起る場合も多いものとみなければならない．尤も，前述した如く牛価の変動がそのまま端的に飼養頭数に反映はしないであろうが，然し和牛価格の上昇は飼養戸数及び飼養規模（元来極めて小規模なものであるが）を拡大する原因となり，近年の如き牛価の下落は飼養戸数及び頭数の減少（或は少くとも停滞）を招来するであろう．換言すれば牛価の変動と対比さるべき飼養戸数（頭数）の消長は，それが何を原因として起るかということの解明が先ず最初になされなければならないのである．ただ，牛価及び和牛の需給関係の変化を長期的に考察することが，統計資料の不備のために困難であるというに止る．

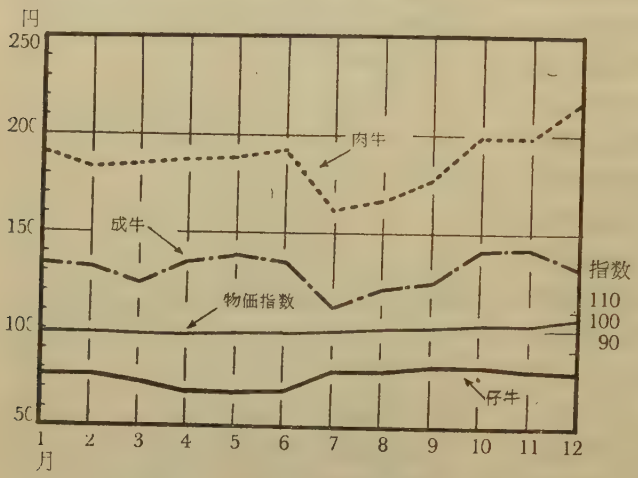
註1.　前掲，桜井．P. 202.
註2.　和牛と乳牛或は動力耕耘機とが経済的に対比され選択が行われると考えられる今後においては，牛価と飼育頭数との相関関係は強化されるものと思われる．
註3.　農林省，農業観測Ⅷ.

（V）　牛価の季節的変動

和牛の市場価格は，上記の長期的変動(註1)と共に季節的にも固有の変動を示しており，而も，牛価の季節的変動は後述する如く，我が国農業における季節性の反映である．即ち，筆者は先に仔牛価格の長期的考察において，仔牛価格が単に牛肉価格や頭数の動きのみによって支配されるのではなく，和牛と農業との結び付きの特殊性に基づき考察を進めなければならないことを指摘したのであるが，季節的変動においてこの点が一層明らかな形をとって現われて来る．

第4図は和牛の取引市場として我が国最大のものといわれる尾道市場における昭和9～11年

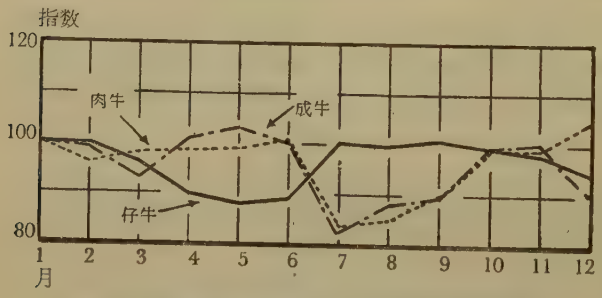
平均の各種別牛価の月別平均価格を示したものであるが，図によると仔牛価格は春の農繁時期に一つの谷を描いて下落しているに反し，成牛価はこの期及び秋の農繁期に騰貴している．之等牛価の季節的な騰落を更に詳細に検討し，又一般物価の季節的変動からの影響を除外するために，各々の牛価をこの間に於ける東京卸売物価指数で除し，1月を100とせる指数で示したものが第5図である．



第4図　戦前における牛価の季節的変動
—昭和9～11年平均—(尾道市場)

備考　1. 牛価は何れも牝牛の1頭平均価格で示す。
2. 物価指数は日銀東京卸売物価指数による。
3. 月別の取引頭数については第3表参照。

第5図によれば，年間を通じて仔牛価格が最も下落しているのは4～6月であり，逆に役（成）牛価はこの時期に最も高くなっている．1年の前半期に於ける成仔別牛価の全く逆な動き方が何に原因するかというと，成牛にとってはこの時期が最高の需要期—役利用及びその準備期—であるのに反して，仔牛は一般的にいって最も需要の停滞する季節だからである．又，肉用牛価が成牛（農用牛）価と近似した変動傾向にあるのは，等しく和牛として農用牛価の変動に近似している現象を示すと共に肉牛と雖も役利用から免れ得ない（肥育経営の内容により一様ではないが）春季における農繁事情の深刻さを物語っている．



第5図　物価指数で換算した牛価の月別変動指数
昭和9～11年平均＝1月＝100

次に7月における成牛価格の下落は農繁明けによる牛質の低下した所謂「野上げ牛」が市場に出廻るからであり，逆に仔牛価格の上昇は農繁期後の仔牛に対する新たな需要の開始に原因するものである．8～9月は一般的にいって農家の和牛飼育の更新期であるが，この頃から牛価は漸次回復して秋の農繁期を迎えることになる．

秋の農繁は春季と異り同一時期に集中せず，役牛の貸借も比較的円滑に行われる等，春季とはかなり性格の違ったものとして現われるが，これが牛価に反映し牛価に対する強い変動要因となって現われない．この期における成牛の実際価格は春季よりは高くなっているが（第4図参照），物価に対する相対的価格はむしろ春季を下廻っており，また農繁後（12月）における下落も春季に於けるもの程著しくない．第5図における成牛及び仔牛価格の12月の下落は，年末における「物価」の上昇に対しての相対的な下落が強く現われているものである．尚この時期

における肉牛価の動向は，正月という牛肉需要期を控えての取引の活況を示すと共に，所謂「大貫物」の肉牛が出廻り1頭当り牛価を上昇せしめている．

以上が年間における牛価の季節的変動及びその原因の大要であり，上記の変動因子以外にも牛価上昇因子として花見時や秋祭に於ける需要の増があり，下落因子として筍・豌豆等の新野菜や魚類の出廻り等を挙げることが出来るが，ともあれ，かかる牛価の季節的な動きが市場における取引状況の上に如何に反映しているかを次に考察してみよう．

第3表は尾道市場における同じく昭和9～11年平均の和牛の入場・取引頭数及び取引率を月別平均で示したものであるが，之等の数字がそのまま前記の牛価変動に相関的に結びつく訳ではない．何故なら，牛価変動におけると等しく，市場の取引状況も農業における季節的推移に強く影響を蒙っているが，その影響が単に数量的な変化に止らず質的にも違った性格のものとして現われるからである．

第3表　尾道市場における和牛の月別取引状況
—昭和9～11年平均—

月	入場頭数（1月＝100）			取引頭数（1月＝100）			取引率		
	農用牛		肉成牛	農用牛		肉成牛	農用牛		肉成牛
	仔牛	成牛		仔牛	成牛		仔牛	成牛	
							%	%	%
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	65.8	49.4	68.7
	(409)	(935)	(917)	(269)	(462)	(630)			
2	119.1	97.6	111.0	139.3	142.0	126.7	77.0	69.9	78.4
3	99.2	105.6	63.4	140.4	165.5	74.9	93.2	77.5	81.3
4	85.7	134.6	84.3	106.7	191.2	93.8	81.9	70.2	76.5
5	48.7	98.0	54.5	62.0	141.6	63.5	83.7	71.4	80.0
6	18.2	33.5	30.8	24.8	53.4	37.1	89.7	78.8	82.8
7	181.2	63.2	46.4	169.3	62.4	39.0	61.6	48.8	57.7
8	232.6	125.5	111.8	207.6	195.2	138.7	90.4	76.9	85.2
9	126.8	129.7	124.4	148.2	178.2	129.2	77.0	68.3	71.4
10	110.1	68.9	85.5	62.3	99.4	96.6	37.3	71.3	77.7
11	121.8	67.1	66.8	29.2	71.7	73.6	15.8	52.8	75.7
12	104.4	120.9	115.2	130.2	162.8	131.2	82.0	66.6	78.2

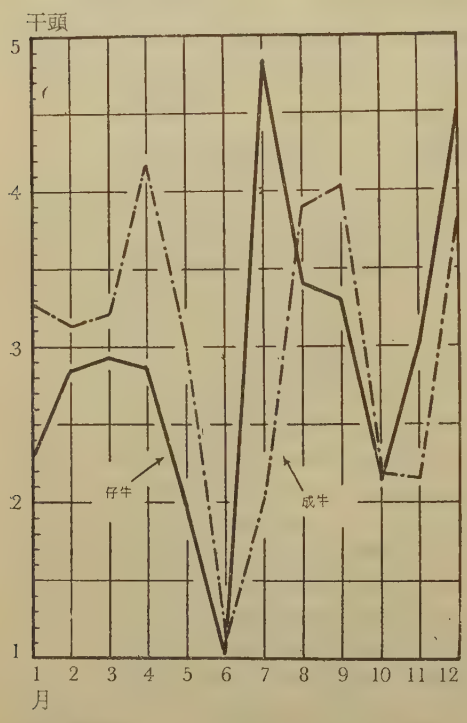
備考　1. カッコ内は実数（3カ年平均）である．
2. 何れも牝牛のみについての数字である．

和牛に対する需給の変化が質的に異なる季節性を持つのみならず，対象となる和牛自体が商品としての規格性，貯蔵性に欠け，更に前述した如く季節的にも質の異なるものが入荷するのであるから，第3表に掲げた取引上の数的変化も，和牛の取引をめぐる特有な季節性の理解の上に受け取らねばならない．例えば，前掲第5図において成牛価の季節的変動として最も顕著なのは7月の下落であったが，これを一般には「野上げ牛」の入荷によると共に農繁明けによる成牛の急激な出廻りに原因すると理解されている．(註2)　だが，この期における成牛の出廻りは第6図によって明らかな様に，それ程顕著なものではなく一需要の側の条件を勘案しても一，むしろ次の8～9月即ち役牛更新期に急激に増加しているのである．7月に入荷頭数が著増するのは仔牛であって成牛ではないのであり，成仔を含む和牛の入荷総数の増加に眩惑されて，和牛の供給増が価格を下落せしめたとの誤解が生れたものであろう（第6図）．

仔牛の市場入荷が7月に著しいのは，5～6月の農繁期に移動の停滞していた仔牛が一時に出廻るからであり，そのため取引率は稍々低落気味であるが，更新された需要もあり又移動停滞期において月令の多くなったものが含まれているから，成牛価の下落時期であるに拘らず仔牛価格は急速に回復している．

秋の農繁を前後した時期に，市場における和牛の取引頭数その他が，春季におけるものと著しく異なるのは，春秋2期の農繁の性格の相違を反映したものであり，肉牛を除いては需給何れの側も農家であるという特殊事情が和牛流通の季節性を規定している．又，仔牛の入荷頭数

が5～6月と10～11月とで著しく異なるに反して，両時期の売買頭数が殆んど変らないのは，仔牛が農繁と無関係な特定の需要地域を持っていることを物語っている．かくて，和牛市場における入場頭数・取引頭数・取引率等の取引上の数字がそのまま牛価の季節的変動と直接的な相関関係にあるとは云えないのであるが，然し和牛流通の季節的動態は之等の数字を通して察知出来，その限りにおいて牛価の季節的変動を裏付ける1資料たり得るであろう．



第6図　尾道市場における農用牛成仔別入場頭数
—昭和9～11年平均—

備考　成牛仔牛共に牝牡の合計．

註1．本稿で長期的変動と称するのは所謂 Seculer trends を指しているのではなく「比較的」長期の牛価変動という意味である．
註2．前掲，中国農試経営部．P.62.

(VI)　戦後における牛価の変動

以上，戦前における和牛市場価格の長期的並びに季節的変動の様相につき概略的説明を加えた．等しく牛価と称するも肉用牛・農用牛及び成牛・仔牛価格の別があるが，夫々の価格は何れも相互規制的な関係にあるために，変動要因も長期的にみれば共通的のものと考えてよい．唯，比較的短期間における牛価の変動については，和牛の用途別，成仔別の価格によって夫々固有の変動要因があり，殊に戦後におけるが如き不安定な経済条件の下においては需給関係の変化や思惑的な要素も加味されて牛価の変動は極めて不規則な不安定なものとなっている．

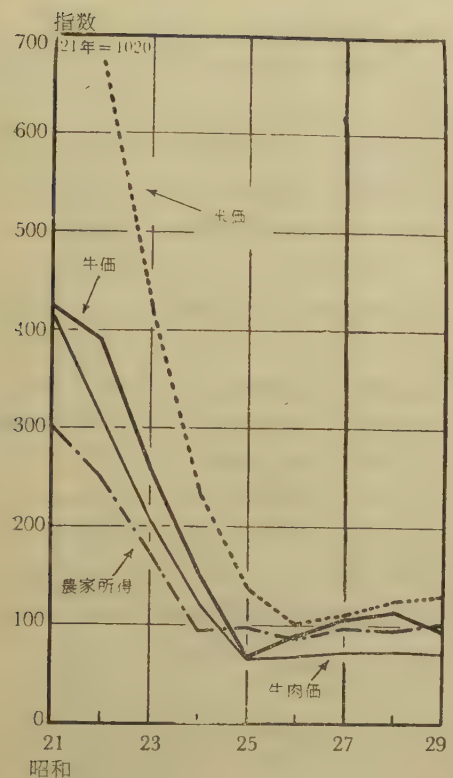
戦後における牛価は第4表に示す如く，昭和23年迄は急騰し，その後25年に一旦下落したものが朝鮮事変の影響を受けて直ちに回復して，27・28年の所謂「和牛ブーム」と称せられる程の牛価の上昇をみたが，29年の後半から急落して今日に至っている．

かくの如く戦後の牛価の変動には極めて著しいものがあるが，これを一般物価との関連において眺める時，第7図の如く終戦直後は物価指数の数倍に騰貴していたものが，25年を底として急落し，その後は「物価」に落付く傾向にあることが判る．「物価」に対する牛価の動きが上記の如くであるから，その年間における季節的な変動についても戦前におけるが如き typical な形では行われておらず，25年以降牛価が「物価」に落付いて以後に，稍々戦前におけるものに近い季節的変動を呈するに至っている（第8図）．

第4表　戦後における和牛価格の変動
—尾道市場—

	価格	指数
	円	
昭21年	5,373	100.0
22	14,522	270.3
23	26,805	498.9
24	24,267	451.6
25	12,516	232.9
26	23,037	428.8
27	28,141	523.7
28	31,051	577.9
29	26,298	489.4
30	12,640	235.3

備考 1．牝仔牛の1頭平均価格で示した．
2．頭数は1カ年平均6,098頭である．



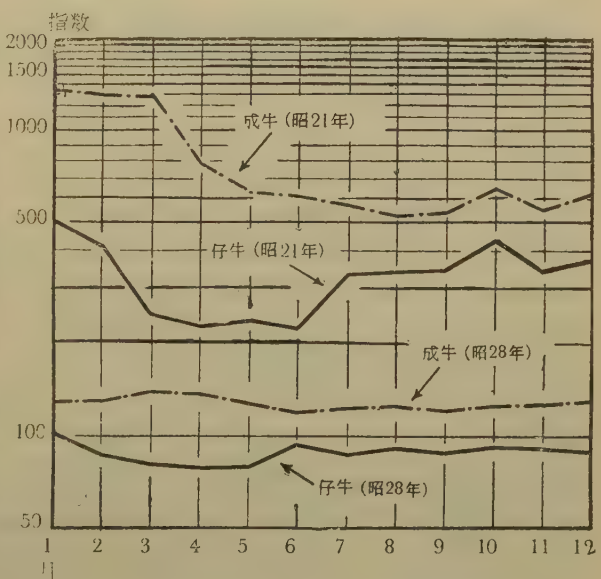
第7図 物価指数に換算せる戦後の牛価，米価，牛肉価及び農家所得の動向（指数）
昭和9～11年平均＝100

備考 1. 牛価は尾道市場における仔牛(牝)年間平均5,635頭の1頭当り価格.
2. 米価（自由価格），農家所得は28年までは「農林省統計表」29年は「農林水産統計月報」による.
3. 牛肉価は昭和9～11年及び21～22年は物価庁調．23年以降は日銀調による東京卸売価格.
4. 何れも日銀卸売物価指数で除したもの.

戦後における牛価の変動は急激であると共に極めて不規則ではあるが，然しそのたたにかえって和牛価格変動の原因につき，その実体を把握するに便なる場合もあり得る．戦後の牛価変動については別の機会にも発表したので詳言は避けたいが(註1)，本稿における既述の問題との関連上，今日和牛関係者の関心をひいている最近における牛価下落の原因につき略述し和牛価格の特殊性を確認したいと思う．

前掲第7図に示した「物価」に対する和牛価格の動向は，実は牛価固有のものではなく，米価においても大体同様な動きを示しており，更にそれ等の反映としての農家所得も牛価に近似した変動傾向を持っている．換言すれば何れも戦後における農村ブームの消長を裏書きしているといえよう．従って，問題の焦点を牛価が「物価」に落付いた後の騰落現象に集中するとすれば，之等諸物価の動きは第9図の如くなる．

即ち，昭和24年を基準年度として，諸物価の動きを把えると，肉牛価格は，牛肉価格に大体一致した変動を示しているのに対して，仔牛価格は27～28年に異常な上昇を示しており，それが29年度において下落したのは，むしろ牛肉価格及び肉牛価格に調整されたものとして理解さるべきであろう．尤も，24年度を基準としたのは便宜的なものであるから27～28年における仔牛価格の相対的上昇が異常に高かったか否かは断定出来ない．24年以前において仔が異常に低かったかも判らないからである．従って，戦前の昭和9～11年平均を基準として，戦後における両者の関係をみると（第5表），依然として27



第8図　戦後における農用牛価格の季節的変動
（物価指数換算）

•28両年度における仔牛価格の相対的上昇は著しかったことが判る．

27年度における牛価の下落（正確には29年の後半から30年の前半にかけてであるが）が極めて著しいものであったが，牛価の測定が慣行的に仔牛(牝)価格で以って行われるために下落の印象（即ち28年に比較しての牛価）が一層強調される結果になったことは否定出来ない．仔牛価格は前述した如く，下落によって肉牛価格，従って牛肉価に調整されたものであり，若し仔牛価格の下落が続けば，やがて肉牛価格の下落を招来し更に牛肉価（卸価格）に影響するであろう．

かくの如き牛価の下落現象を通して判ることは，牛価は牛肉価格との相関が大きいという点である．このことは牛価の長期的変動を考察した際に既に明らかであったが，和牛が窮局において肉需要に応ずるものであるために，換言すれば仔牛と雖も広い意味において肥育の素牛であると共にそれ自身肉用牛としても利用される場合があるから，仔牛価格も牛肉価に強い連関性を持っている。ただこの場合，牛肉価格が必ずしも一方的に牛価を規制するとは限らず，牛価の変動が牛肉価を動かす場合もあり得ることは見逃してはならない(註2)．

牛価と牛肉価格とは相互規制的な関係に立っているから両者の変動が，多少時期的なズレはあっても，原則的には一致するものであるが，然し牛肉価に最も強く結び付いているのはいうまでもなく肉牛価格であり，仔牛価格は肉牛価格を通して牛肉価に連関性を持つといえる．従って若し仔牛価格を変動せしめる固有の原因があれば，仔牛価格は牛肉価との連関性から一応独立しても騰落する場合があってよいはずである．

第5表　肉牛価格と仔牛価格との割合

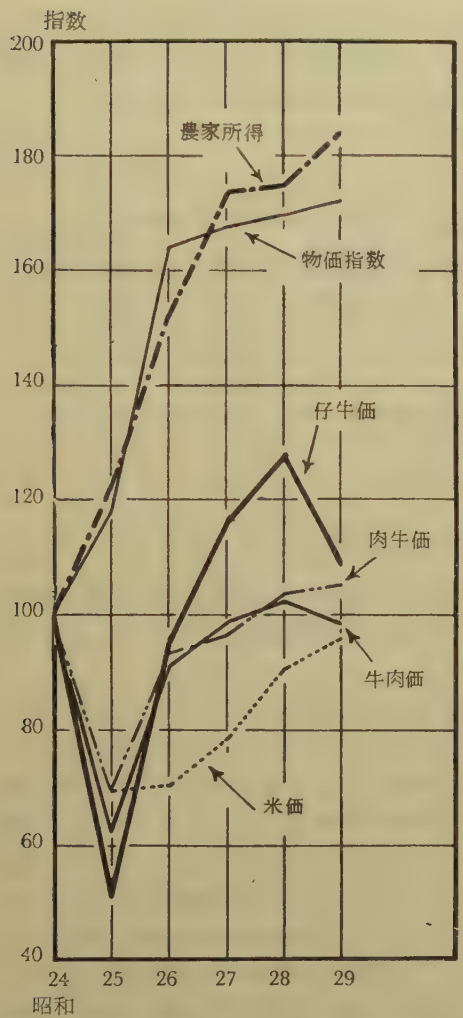
―尾道市場―

年度別	肉牛価格〔A〕	仔牛価格〔B〕	B/A
	円	円	%
昭9～11年平均	187	76	40.6
⋮	⋮	⋮	⋮
21	14,149	5,373	38.0
22	33,684	14,522	43.1
23	57,661	26,805	46.5
24	56,313	24,267	43.1
25	39,237	12,516	31.9
26	52,724	23,037	43.7
27	54,339	28,141	51.8
28	58,294	31,051	53.3
29	59,278	26,298	44.4

備考　何れも牝牛1頭当り価格．

牛肉価格を変動せしめる需要の側の要因は国民生活における購買力の高さであるが，仔牛に対する第一次的な需要としては農村における購買力水準が問題となる．従って農村における購買力が相対的に高い時は短期間ではあるが，仔牛価格を牛肉価格との連関性から一応切り離しても上昇せしめる場合があり，上記の27•28両年度における仔牛価格の高さを実現せしめた根拠は此処に在るといえる．第9図に掲げた農家所得の推移は農林省「農家経済調査」に基づくものであり，先にも述べた様に「調査」による農家所得の大きさをそのまま仔牛に対する購買力として評価することにも問題があるが，何れにしても農家の収入が1年の後半に集中するため仔牛の購買力としての所得は，特に前年或は1～2年前における所得の大きさが対照されねばならないであろう．第9図の27年以降における仔牛価格の変動に対しては，夫々前年度所得の大きさを対照することにより両者の連関性が見出されるし，更に25年度における牛価の下落についても牛肉価格の下落と共に前年度における農家所得の減少（図には示されてないが24年度所得は23年度に対して約30%低落している）が影響したものとみられる．

尤も，仔牛に対する有効需要の大きさを農家所得のみに求めることは正しくない．27～28年



第9図　和牛価格及び諸物価の変動（指数）
昭和24年＝100

備考　引用資料は第7図に同じ.

に仔牛価格の上昇した原因としては有畜農家創設資金による購買力の裏付けが強調されなくてはならないのであるが，ともあれ之等仔牛に対する購買力の支持があったにも拘らず，29年度における牛価の下落を防ぎ得なかったのは28年度における農家所得の停滞と共に，和牛の生産と消費の消長が関連している.

我が国における和牛の生産頭数については昭和25年度以降の資料を欠くが，昭和24年度の308,280頭（農林省統計表）に対して29年度は55万頭即ち約1･8倍の増と推定されている(註3)．かかる生産頭数の増大に対して消費面においても屠殺数の逐年上昇をみているが（第6表）.然し屠殺頭数の増加は牛価の下落によっても促進されることが多いので（例えば25年度に牛価が暴落したがこの時，屠殺頭数が急激に増加している），29年度における牛価の下落以後仔牛の屠殺が多くなり，前年に比べて全国で1･5～2倍の増となっているとしても(註4)，これは牛価を積極的に騰貴せしめる需要増の指標とはならない.

第6表　牛の年次別屠殺頭数　　—単位頭—

	成　牛	仔　牛	計
昭和23年	232,699	9,978	242,677
24	237,543	15,920	253,463
25	428,375	40,898	469,273
26	377,807	38,549	416,356
37	374,840	41,798	416,638
28	411,538	53,447	464,985

備考　第30次農林省統計表による.

仔牛の肉としての消費が激増しても，それは仔牛価格は下落の結果によるものであるから，消費の増加が牛肉の価格を騰貴させ，それによって牛価を上昇せしめるという一聯の価格関係が此処では期待出来ない(註5)．近年における消費者家計の動向をみても，牛肉の如き比較的高級な食糧品は単なる所得の増加に依っては消費が伸びないで，限界消費はより緊急な被服・住居・貯蓄等に集中する傾向があるといわれるが(註5)．牛肉価の上昇を通しての牛価の上昇は当分は望めないとみなければならない.

他方，和牛飼養の普及という見地から和牛に対する需要の消長をみるに，第7表に示す如く牛価の下落した25年度の翌年即ち26年には僅かではあるが飼養頭数が減少している．然し飼養戸数はむしろ増加しており，その後も戸数・頭数共に逐年増加して来ている．和牛が単なる労働手段であるならば，牛価の下落は飼養の普及を促す筈であるが，和牛が経営的には用畜的

な性格を兼ねて飼養されているために，牛価の下落によって和牛飼養の普及は停滞的となるに違いない．ただ，先にも繰り返して述べた様に，現在の和牛飼養形態においては牛価の下落により縮少されるのは繁殖・育成を主たる目的とする和牛飼養形態におけるものであり，和牛が役や厩肥利用に強く結合する限り飼養戸数の急激な激少はあり得ない．

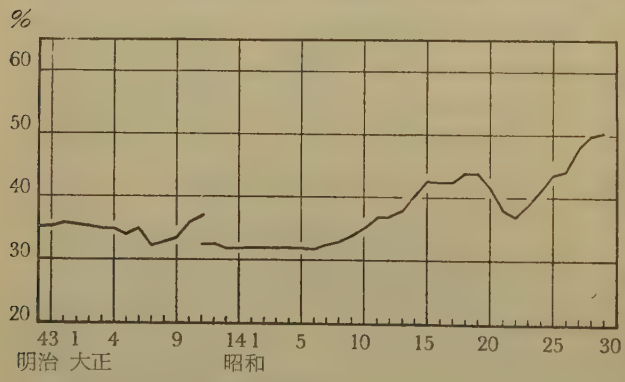
更に繁殖・育成を主たる目的とす場合に於ても，経営における副産物残滓に強く依存しなければ和牛飼養の経済性は維持できないのであるから，経営の中に許容し得る和牛頭数は平均的には極めて僅かなものであり，従って飼養農家戸数の増加が停滞的であることは農用和牛の相対的な過剰傾向を示す指標の一つたり得るものである．即ち第7表に於て昭和 27･28 年は前述した如く牛価が異常に高騰した年であるに拘らず，翌29年における飼養戸数及び頭数の増加率は極めて低く，和牛飼養の普及が相対的にではあるが，飽和に近づいていることが推測される．

第7表　和牛飼養農家及び頭数の累年増減

	飼養農家数	対前年増減	飼養頭数	対前年増減	1飼養農家当り頭数
	戸	%	頭	%	頭
昭24年	1,853,042	…	2,091,985	…	1.13
25	1,985,748	+7	2,251,955	+8	1.13
26	2,010,140	+1	2,234,220	−1	1.11
27	2,112,941	+5	2,394,604	+7	1.13
28	2,192,000	+4	2,503,000	+5	1.14
29	2,224,000	+1	2,540,000	+1	1.14

備考　第30次農5林省統計表による．

また第10図は明治43年以降の各年度における農家総数より，馬及び乳牛飼養戸数を減じた数で各年における役肉用牛頭数を除し，役肉用牛の普及度として示したグラフである．農家数及頭数は何れも農林省統計表より引用したが，大正10年以前においては馬の飼養戸数が不明であびり(従って第10図では大正10年迄は農家総数より馬の飼養頭数を引いたもので当ててある)また大正15年迄は役肉用牛と乳牛頭数とが分離できない等，統計表の不備からかなり修正補足しつつ求めた数字に基づいており，更に可及的に資料の一貫性を期待して役肉用牛頭数を農家数で除してあるから，農家に対する和牛飼養の普及度をそのまま正しく示したものではない．然し何れにしても，実際には和牛飼養の可能性の乏しい零細な農家をも含めて上記の方法で計算した時，昭和29年に於て50％という数字が得られ，これは戦前にはみられない高い普及度であること，及び役畜としては動力耕耘機と，用畜としては乳牛と競合関係に立って，その経済性が評価されねばならない今日の和牛の立場を考える時，和牛が相対的にではあるが，飽和状態にあるものと推測しても間違いではあるまい．



第10図　役肉用牛普及度の推移

備考　農林省統計表により作製（本文参照）

戦後における農家所得の増加，有畜農家創設資金，馬産の後退等を原因として，和牛に対する需要は拡大されたけれども，和牛の飼養が極めて停滞した生産諸条件の下に営まれている限り，和牛飼養の普及は直ちにその限界に達せざるを得ない．而も，従来役肉用牛の消費地であ

った東北・関東東山諸県に於ける和牛の導入が戦後は産牛目的のものに変ったために農用和牛の生産過剰が一層促進される結果となった(註7).

以上の考察に基づき29年度の牛価下落を結論付けるとすれば，和牛の相対的過剰生産が牛価を低落せしめたのであり，特に仔牛価格においてはそれ以前の牛価が相対的に高過ぎたために下落の巾が一層大きかったということが出来よう.

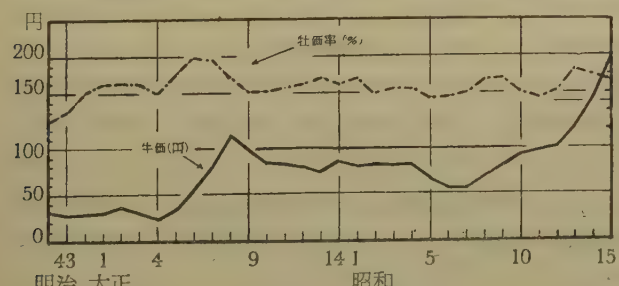
註1. 前掲，拙稿.「牛価の下落について」
註2. 同上
註3. 農林省統計調査部. 1955.「農業情勢展望」農林統計調査，第5巻第10号.
註4. 農林省. 1955. 農業観測Ⅶ，P.58.
註5. 仔牛価格が下落すると，豚肉価格との関係から，仔牛肉の豚肉加工その他への消費が増加するために仔牛価格を積極的に上昇せしめないとしても，その価格の一定限界以下への下落を喰い止める役割は果しているものとみられる.
註6. 佐藤二郎. 1952.「今後の畜産物消費需要」畜産の研究，第6巻第12号.
註7. 拙稿. 1956.「今後における和牛の技術的経営的課題について」農業と経済，第22巻第6号.

(VII)仔牛の「牡価率」について

一般に和牛の市場価格即ち「相場」を表現する場合は仔牛の牝価（平均価格）を以てするのが通例であり，本稿においても，「牛価」は何れも仔牛牝価格で示し或は特に成牛価格を採り挙げる場合も成牝牛価格を問題としたのであるが，之等は単に便宜的な処置というよりも，我が国における和牛の飼育形態が牝牛飼育を中心としているために，取引においても牡牛価は牝牛価に対して従属的であると考えられるからであろう.

一般的にいって，市場における成役牛の牡の平均価格は牝価の60%前後であり，仔牛の場合それが50%前後であるのが通例であり，この牝牡価格の割合（以下牡価率という）は少くとも明治末年以降の和牛市価統計の上においては著しい変化はないものと考えてよい．然し著しい相違はないとしても一定の限界内では絶えず動揺しているのも事実であり，この牡価率の変化は和牛の肥育，或いは育成を目的とする経営にあっては可成り重要な実際上の問題となっており，例えば従前肥育の素牛は慣行的に牝牛を中心としていたものが，近年に至って牡牛殊に去勢牛を素牛とする肥育経営が多くなっているのは，主として素牛或は肉牛の牡価率の変化に基づくものと推察される(註1).

殊に，和牛市場価格の変動を問題とする場合重要なのは仔牛の牡価率の変化であり，経験の深い和牛取引業者間においては仔牛の牡価率の変化を牛価全般の動向を知る上の指標の一つとしているという．即ち，仔牛の牝価に対する牡の価格が比較的高くなると牛価は上昇し，逆の場合は牛価は下落するとされ，之れによって牛価の先行き（予想）が判断されるというのである(註2).



第11図 和牛価格の変動と牡価率
備考 牛価は鳥取県せり市場における仔牛（牝）の1頭平均価格で示す.

明治42年以降の鳥取県セリ市牛価（仔牛牝価）の変動と，その間における仔牛の牡価率の変化を対照したものが第11図であるが両者の間に或る種の相関関係をよみ取ることが出来る．図によると，牡価率は50%或はそれより稍々上廻る線を中心として上下しており，牛価上昇の際はこの率が高くなるが，然しその後も牛価の上昇が続

けば牡価率は50%の基本線に復帰する傾向がみられる．換言すると牛価上昇の当初においては先ず牡価の相対的上昇傾向が著しくなり，次いで牝価は稍々遅れて牡価に追従しつつ牡価との間の基本的な価格割合（上記の50%或はそれより稍々上廻る率）を保たんとしているといえよう．尚，第8表は戦後の異常な牛価上昇時に際しての尾道市場に於ける牛価と牡価率との関係を示したものであり，牛価上昇の程度とその速度において第11図の場合とは著しく事情を異にするが，牛価上昇と共に牡価率は80%近く迄も高まっていたものが，牝価が相対的に高くなって牡価率は60%台に下り，次いで牛価の下落と共に牝牡の価格割合は50%の基本的な割合に復帰している．即ち，第8表における両者の関係は原則的には第 11 図の場合と変らないのである．一部の取引業者間で経験的に信ぜられている牛価の変動と仔牛の牡価率との相関的関係は，それが牛価予測の資料としての確実性と妥当性の有無は別としても興味ある問題といわねばならない．

第8表　牛価の変動と牡価率の変化及び取引頭数との関係　　—尾道市場—

		1頭当平均価格		牡/牝	入場頭数		取引頭数		取引率	
		牝	牡		牝	牡	牝	牡	牝	牡
	月 月	円	円	%	頭	頭	頭	頭	%	%
21年	1～4	3,435	2,235	65.1	615	534	313	241	50.9	45.1
	5～8	4,813	3,413	70.9	866	1,330	403	600	46.5	45.1
	9～12	7,525	5,975	79.4	1,126	1,961	627	1,083	55.7	55.2
22年	1～4	9,073	6,558	72.3	1,485	2,141	843	1,266	56.8	61.1
	5～8	12,640	9,795	77.5	1,670	2,065	1,085	1,357	65.0	66.6
	9～12	21,225	16,010	75.4	1,718	3,027	1,172	2,072	68.2	68.5
23年	1～4	27,250	17,775	65.2	2,093	3,382	1,627	2,434	77.7	72.0
	5～8	22,925	12,618	55.0	1,267	2,151	888	1,664	70.1	77.4
	9～12	25,355	13,478	53.2	1,924	3,502	1,309	2,527	68.0	72.2

備考　入場及び取引頭数は何れもそれぞれ4カ月間の総頭数である．

牛価の変動と仔牛の牡価率との間にみられる如上の関連性は何に原因するのであろうか，先ず想像されることは牛価が上昇したために比較的安価な牡仔牛に需要が集中し，それによって牡の相対的価格を騰貴せしめるのではないかという点であるが，然しこれを実証すべき資料は得られない，第8表で牛価上昇時における仔牛の市場取引率をみると，昭和21～25年の取引率は牝牡共に低落しており，むしろ牡仔牛の価格が相対的に上昇したため，かえって取引率の低落を来たしたとみられなくもない．尤も，市場における取引率は先にも述べた如く，取引の結果を示すものであり，必ずしも需要の大小をそのまま反映するものではないが，ともあれ，牡仔牛の相対的上昇が牡仔牛に対する需要の集中によって起ったと判断される根拠は見出せない．

牛価を支えている条件が可成り複雑なものであるから，仔牛の牡価率の変化の問題も，それが何に起因するかは速断出来ないが，唯云い得ることは牡価率の場合と同様に，牛価変動の際は同じ牝或は牡の仔牛でも比較的市価の低い仔牛の価格変動の割合が，市価の高い仔牛に比較して大きいということである．換言すれば，牛価上昇の場合に見受けられた牡仔牛価格の相対的上昇と全く同じ現象が牡或は牝仔牛価格の内側においてもみられ，比較的資質の悪い安価な仔牛の価格変動の割合が大きいということがいえる．

一般に牛価に関する統計が仔牛の資質別に把えられておらず，又個々の取引市場においても資質別牛価の資料が整備されておらないので，資質別牛価の変動を長期的に考察する資料が得

れないのであるが，広島県における代表的な仔牛セリ市場の一つ府中セリ市の昭和29年から30年にかけての牛価下落期及び上昇期における仔牛の資質別牛価の動きをみると（第9表），資質の低い無資格牛の両期における価格変動の割合は，資質の高いものに比べて何れの場合も大きいことが判る．（尚，第8表で「高扱」の上昇率が著しく低いのは昭和30年6～9月に於ける高扱仔牛に特に牛価の低いものが多かったためであり常態とはいえない）．

第9表　登録資格別にみた仔牛（牝）価格の下落及び上昇率　　—広島県府中セリ市場—

資格別	29年7月～9月 平均価格	29年10月～30月2月 平均価格	下落率	30年3月～5月 平均価格	30年6月～9月 平均価格	上昇率
	円	円	%	円	円	%
高　資	46,310	34,525	25.4	20,395	22,611	10.9
高　扱	39,505	28,641	27.5	17,375	18,704	7.6
登　資	35,599	24,290	31.8	12,786	15,646	22.4
無　資	31,916	20,313	36.4	10,685	13,565	27.0

備考　1. 調査対象とした仔牛価格は29年7月～30年9月のセリ市に入荷した全部の仔牛に於けるもの，下落期912頭，上昇期，636頭．
2. 高資とは高等登録受検資格のある仔牛
高扱は高資に準じて扱われる仔牛
登資は登録受験資格のある仔牛
無資は無資格の仔牛

仔牛の牝牡別の相違というものは，流通市場においては単なる商品としての規格の相違を示すに過ぎないものであるから，上述した牛価変動に際してみられる仔牛牡価率の動向は実は資質（或は市価）の高い仔牛と低い仔牛の間にみられる相対的価格の変化を示すものであって，仔牛の牡価率のみにおいてみられる特有の現象ではないと考えてよいであろう．

仔牛の資質の相違によって上昇率・下落率が異なるのは如何なる理由に基づくかの問題は残されるとしても，牡価率の変化は牛価変動の結果として現われるものであり，牛価の将来を予測する指標としての確実性は乏しいとしなくてはならないであろう．

註1.　拙稿．1952.「肥育素牛の価格について」農林省経営土地利用部，農業経営通信，No.6.
註2.　広島県畜産組合連合会．1951．県畜連情報，No.4

（VIII）む　す　び

和牛は役肉用牛と称せられているが，然し一般には肉畜としての性格よりも役畜的性格が強いものと考えられている．更に又，農家における和牛の役利用の程度が極めて低い故を以て和牛は糞畜に過ぎないとさえ酷評されている．

和牛の肉畜としての性格は明治以降において新に附与され，その後和牛改良事業により肉畜的側面は更に強化されたには違いないが，和牛は本来的には役畜であり且つ厩肥の農業的利用のために飼育されて来たことは事実である．だが和牛の経済的利用が何れの側面において最も高いかという評価の問題は暫く置き，今日において和牛の市価を維持している要因の極めて大きな部分を占めるものが和牛の肉畜的側面に在ることは否定出来ない．

ともあれ和牛の市場価格の変動という立場から問題を眺める時，牛価変動を極めて複雑なものにしている原因というものが和牛の農業における多面的利用形態にあるといえるであろう．

経営における和牛の飼養目的が複合的であり且つ停滞的である為に，牛価と総飼養頭数との相互規制的な動き，即ち週期的な変動は強く現われて来ない．牛価はまた牛肉価格との強い連

関性を持って変動している．然しこの場合も牛肉価格が一方的に牛価を規制するとは限らないし，牛価の変動により牛肉価格が動く場合もあり得るが，何れにしても牛価と牛肉価格との連関性が生まれるのは和牛の持つ肉畜的な性格に基づく．

牛価は又，多面的な性格を持つ生産手段として農村における購買力の高さにも連関性を持って変動する．ただ，和牛の飼育規模は一般に耕地面積の広さに強く制約されるために極めて零細であり，従って飼養の普及にも一定の限界がある．而も，和牛の飼養の普及は同時に生産の拡大を意味するから，一定限度以上の飼養の普及によって牛価は急速に下落せざるを得ない．

本稿で採り挙げたのは和牛価格変動の問題であったが，我が国における牛価に関する統計資料は極めて不統一，不整備の儘に放置せられている現状であるから，牛価そのものの比較，或は分析的な考察は極力避けて，和牛の価格変動の特殊性のみを摘出するに務めた．

（本稿における要旨の一部は関西農業経済学会第6回大会及び昭和31年度日本畜産学会関西支部会にて発表したものである．）

(IX) SUMMARY

(1) In America, the inventory numbers of cattle on farms have swung up and down through five complete cycles since 1880, and are now midway through the sixth cycle. There are two interpretations of the cattle cycle: (1) Cyclicality explained as self-generation, and (2) Cyclicality explained as due to outside influences.

In the theory of self-generation, each phase in a cycle progressively generates its succeeding phase. When prices of cattle are high, producers hold back stock for breeding. The supply of cattle for slaughter is reduced and prices are pushed still higher. Inventory numbers of cattle build up. As progeny of increased numbers of breeding stock reach slaughter age, annual slaughter starts upwards. Eventually it increases a lot, and it reduces prices to a point that discourages further expansion of production and, later, results in liquidation of inventories. After inventories are reduced, the supply of cattle for current slaughter becomes again smaller. Prices then turn higher, and a new cycle begins.

On the other hand, there is a theory which argues strongly that cyclical trends in cattle come from outside stimuli.

Whether the cyclicality is due to forces from the outside or inside of the cattle industry, the cycle is regulated by the amount of profit margin in the cattle industry.

(2) Beef cattle in Japan is Japanese Native Cattle, but they are used not only for beef but also for labor on farms.

After using their cattle for labor, farmers sell them to other farmers or butchers as feeding, breeding or fattening cattle. Namely, the farmers keep their cattle for various uses, without which it will not pay for them to feed cattle.

In any way, as the number of cattle kept economically in a farm does not exceed over one head, increase in the total number of cattle in Japan is usually accompanied by increase in the number of the farms which keep cattle, and also decline in the cattle prices is not always acompanied by reduction in the inventory numbers of cattle in Japan.

(3) In analysis of the behavior of cattle prices over a period of time from 1909, there may be seen several cyclical fluctuations of 7 or 8 year-interval, but these cyclical changes of prices are not peculiar to cattle prices only, but prices of rice or meat are also changing in the same cycles. Nevertheless, as a trend, cattle prices have been upward over the other prices of goods.

It is believed that the upward tendency of cattle prices over the price level depends upon the increase of the farms which keep cattle or upon the upward trend of meat prices. But, as farmers keep cattle not only for farming but also for breeding, the increase of the number of cattle may cause a downward movement of cattle prices.

There is no doubt that the cattle price have been fluctuated correlative with the prices of dressed meat, but in the interrelation between dressed meat and cattle the meat price does not always stand in the causal relation to the fluctuation of the cattle price; the meat price fluctuates often depending upon the change of the cattle price.

It may be given as a conclusion that the upward tendency of prices of Japanese Native Cattle over a period of time is caused by the improvement of qualities of cattle promoted by the registration system, the increase of demand for cattle which depends upon the skilled level of agriculture, the increase of profit to feed cattle, and the increment of purchasing power of farmers.

(4) Prices of cattle tend to vary from month to month and show a definite seasonal pattern which is influenced by the seasonality of paddy farming. Cattle prices show a definite peak from April to June when we are just before or in the midst of the farming season, and there is another slight peak in Autumn which follows the rise in prices of beaf cattle at the end of the year.

A trough occurs definitely in July when the quality of cattle is lowest just after having been driven hard on paddy fields.

Calf prices, on the contrary, are lowest from April to June when farmers spare labor to feed calves in the farming seasen. Prices of calves are high during the summer months when many farmers begin to feed calves.

These fluctuations in the prices of cattle are not always connected with fluctuating receipts at the market. The number of cattle received at the market has also seasonal fluctuation, but the seasonality of receipt number is predetermined, to a considerable degree, by the seasonality for use or for feeding cattle. Namely, both prices and receipt numbers of cattle at the market are affected definitely by the seasonality of farming, but prices have not always reciprocity with receipts at the market, because the quantity and quality of the influence of seasonality over the prices of cattle are different from the influence over the receipt numbers of cattle at the market.

In June when we are in the farming season there is the deepest trough of the receipts at the market, which is caused by the marked decline in the shifting of cattle, and there is another slight trough in September and October when we are in the farming season in Autumn.

海水の二，三の物理化学的性質について

松　平　康　雄
広島大学水畜産学部水産学科
川　本　彊　雄
神戸海洋気象台

On Some Physico-Chemical Properties of Sea Water

Yasuo MATSUDAIRA
Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama
Takeo KAWAMOTO
Kobe Marine Observatory

（I）序 …… 289
（II）海水の組成 …… 289
（III）海塩の見掛けの分子量 …… 290
（IV）海水の molality …… 290
（V）海水の氷点 …… 290
（VI）海水の蒸気圧 …… 291
（VII）海水の滲透圧 …… 292
（VIII）0℃ における比重について …… 293
（IX）結　　言 …… 295
（X）Summary in English …… 296
（XI）文　　献 …… 296

（I）序

海水の種々の物理化学的性質の内，主として濃度の函数で表わされる氷点・滲透圧，或いは蒸気圧等の性質は従来から塩素量の函数として示されているが，仮想的に組合わされた海水の主要成分である個々の塩類に関して，既に知られている濃度の函数関係を化学量論的に取扱い加成性を適用して組立て，海水のこれらの物理化学的性質を算出した．

（II）海水の組成

算出の基礎として用いた海水の組成は第1表の如く，塩素量 19.000‰の場合の hypothetical

Table 1.

	Total Salt Σg/kg Sea water	Total Salt Zg/1000g H_2O	α_i	α_i/M_i	m_i	β_i	$\beta_i^{\frac{3}{2}}$	ϕ	κ	$\phi\beta_i$	$\kappa\beta_i^{\frac{3}{2}}$
NaCl	23.477	24.315	0.68084	0.011647_4	0.41596	0.676170	0.55581	12.450	3.826	8.41831	2.12649
$MgCl_2$	4.981	5.159	0.14445	0.003033_5	0.10834	0.176113	0.07388	5.579	4.251	0.98253	0.31410
Na_2SO_4	3.917	4.057	0.11359	0.001599_7	0.05711	0.092836	0.02821	-6.517	15.927	-0.60501	0.44930
$CaCl_2$	1.102	1.141	0.03195	0.000575_2	0.02055	0.033405	0.00607	3.428	6.884	0.11451	0.04178
KCl	0.664	0.688	0.01925	0.000258_2	0.00922	0.014987	0.00183	23.768	2.300	0.35621	0.00418
$NaHCO_3$	0.192	0.199	0.00565	0.000066_1	0.00236	0.003836	0.00023	26.422	-3.447	0.10135	-0.00079
KBr	0.096	0.099	0.00278	0.000023_3	0.00083	0.001349	0.00004	30.467	1.779	0.04109	0.00085
$SrCl_2$	0.024	0.025	0.00069	0.000012_1	0.00031	0.000503	0.00001	6.646	1.758	0.00334	0.00001
NaF	0.003	0.000	0.00008	0.000008_7	0.00007	0.000113	0.00000	-2.797	2.362	-0.00031	0.00000
H_3BO_3	0.026	0.027	0.00015	0.000001_9	0.00043	0.000698	0.00001	31.676	-7.079	0.02210	-0.00007
Sum	34.482	35.713	0.99994	0.017226_1	0.61518					10.43412	2.93585

combinationであって，LYMAN & FLEMING[1] により示された．この場合には海水 1kg 中，即ち H_2O 965.518g 中の各塩類の量であるから，更に H_2O 1000g の場合に換算した方が良い．この場合の total salt Z は次式により示された：

$$Z(\text{g per } 1000\text{g of water}) = \frac{73 + 1811Cl}{999.927 - 1.811Cl}$$

(III) 海塩の見掛けの分子量

海水を電解質溶液としてその物理化学的性質を考察する際には濃度の函数として示されるのが通例であるから，先ず海塩の見掛けの分子量が必要である．

今，海塩を構成する或る塩類のtotal salt Zg 中における割合を α_i とし，この各塩類の分子量を M_i とすれば，molality m_i は $\alpha_i \cdot Z/M_i$ となり，従って水の分子降下度を K_f とすると，期待される氷点 $\Delta\tau_i$ は $\Delta\tau_i = K_f \cdot \alpha_i \cdot Z/M_i$ となる．これから海水の場合に期待される氷点 $\Delta\tau_0$ は加成的に

$$\Delta\tau_0 = \Sigma\Delta\tau_i = Kf \cdot Z \cdot \Sigma\left(\frac{\alpha_i}{M_i}\right) \qquad (1)$$

となる．次に海塩を single salt と考えて，その分子量を M_0 とすれば，この海水の実際の氷点 $\Delta\tau$ は

$$\Delta\tau = Kf \cdot i \cdot \frac{Z}{M_0}$$

で示され，ここに i は Van't Hoff の恒数で $\Delta\tau/\Delta\tau_0$ であるから，上記の両式を整理すると，

$$M_0 = 1/\Sigma\frac{\alpha_i}{M_i}$$

となり，$\Sigma(\alpha_i/M_i)$ は表から 0.017226 であるから，従って海塩の分子量は 58.053 となり，Wirth[2] によると 58.044 と与えられている．

(IV) 海水の molality

海塩の見掛けの分子量が得られたから，海塩を colligative に I 価—I価の single salt とすれば，海水の molality は次の如く $Cl‰$ の函数で示すことができる．

$$m = \frac{Z}{M_0} = \frac{73 + 1811Cl}{999.927 - 1.811Cl} \cdot \frac{1}{58.053}$$

これを展開して整理すると，

$$m = 0.00125 + 0.03120Cl + 0.00005650Cl^2 + 0.000000102Cl^3 \qquad (2)$$

(V) 海 水 の 氷 点

海水の colligative property の一つとして氷点が挙げられる．各塩類の氷点と濃度の関係は International Critical Table の数値を整理すると，海水に溶存している程度の濃度範囲($N\omega$)においては大体次の如くになる：

NaCl type …… $\Delta\tau_1 = 0.005 + 3.353N\omega$

$MgCl_2$ type…… $\Delta\tau_2 = 0.005 + 4.758N\omega$

H_3BO_3 …… $\Delta\tau_3 = \quad + 1.858N\omega$

ここに NaCl type とは NaCl, KCl, $NaHCO_3$, KBr 及び NaF が，又 $MgCl_2$ type とは $MgCl_2$,

Na_2SO_4, $CaCl_2$ 及び $SrCl_2$ が夫々同型の式で表わされることを示している．又 H_3BO_3 については海水中では電離していないと考えられ，この 1.858 は水の分子降下度である．この各塩類の濃度 $N\omega$ は前記の如く $\alpha_i \cdot Z/M_i$ であるから，$N\omega$ は Z の函数で表わされる．従って total salt Z の海水の氷点はこれらの各塩類の夫々の濃度 $N\omega$ における氷点の和として加成性が考えられるから，夫々の type における氷点を $\Sigma N\omega$ で求め，更に各 type の和を求めると，海水の氷点は Z の函数として得られる：

$$\left.\begin{aligned}\Delta\tau_1 &= 0.005 + 0.04013Z\\ \Delta\tau_2 &= 0.005 + 0.01227Z\\ \Delta\tau_3 &= \quad\quad 0.00000Z\end{aligned}\right\}$$

全体の氷点としては，

$$\Delta\tau = 0.005 + 0.05240Z \tag{3}$$

となる．これを $Cl‰$ の函数で示すと

$$\Delta\tau = 0.009 + 0.09491Cl + 0.0001718Cl^2 + 0.000000309Cl^3 \tag{4}$$

となる．Lyman 及び Fleming [1] によると，

$$\Delta\tau = 0.05241Z \tag{5}$$

で与えられ，又三宅[3] によると，

$$\Delta\tau = 0.102710Cl \tag{6}$$

で示される．又従来から[4]

$$\Delta\tau = 0.0966Cl + 0.00000520Cl^3 \tag{7}$$

で示されている．これらの相互の関係は次の表の如くで，略々相似た値となる．

Cl‰	1	5	10	15	19	20	
$\Delta\tau$	0.103	0.487	0.975	1.472	1.876	1.978	from eq. (3) and (4)
℃	0.099	0.483	0.971	1.468	1.872	1.974	from eq. (5) and (7)
	0.103	0.514	1.027	1.541	1.951	2.054	from eq. (6)

(VI) 海 水 の 蒸 気 圧

海水の様な水溶液の蒸気圧 p は純溶媒である水の蒸気圧 p_0 よりも低く，この両者の間の関係は溶質の量に左右される．溶質及び溶媒の molality を夫々 m 及び N とすると，Raoult's Law により

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{m}{N+m}$$

の関係があり，ここには $N(=55.51) \gg m$ であるから，

$$\frac{p}{p_0} = 1 - \frac{m}{N}$$

となり，この p/p_0 は溶媒の活量となる．この m に (1) 式を代入して整理すると，

$$\frac{p}{p_0} = 0.99998 - 0.000562Cl - 0.00000101Cl^2 - 0.000000001Cl^3 \tag{8}$$

となる．三宅[3] が海水の氷点降下の実測から滲透圧を求め，更に海水の蒸気圧を求めた関係

式を簡単にすると，溶媒の活量は，

$$\frac{p}{p_0} = 1 - 0.000995Cl \tag{9}$$

となり，又従来[4] から示されているのは次の如くである．

$$\frac{p}{p_0} = 1 - 0.000969Cl \tag{10}$$

これら (8)~(10) の3式を比較すると，(8) 式による p/p_0 は他の式による値よりもやや大きくなり，今溶媒である水の蒸気圧 p_0 として Regnault & Broch の値を入れて p(mm Hg) を求めると次表の如くで，温度が低い場合には相似ているが，高くなると (8) 式の場合にやや大きくなる．

t°C	p_0 (mm Hg)	p (mm Hg)		
		10Cl‰	19Cl‰	
0	4.57	4.54	4,51	from eq.(8)
		4.52	4.48	from eq.(9)
		4.52	4.48	fiom eq.(10)
10	9.14	9.08	9.03	
		9.04	8.96	
		9.05	8.97	
20	17.36	17.25	17.16	
		17.18	17.03	
		17.19	17.04	
30	31.51	31.32	31.36	
		31.19	30.91	
		31.20	30.92	

(VII) 海 水 の 滲 透 圧

滲透圧 P は

$$P = i \cdot m \cdot R \cdot T \tag{11}$$

で示される．i は Van't Hoff の恒数で期待される氷点 $\Delta\tau_0$ と実際の氷点 $\Delta\tau$ との比であるから，夫々 (3) 式と (1) 式から

$$i = \frac{\Delta\tau}{\Delta\tau_0} = \frac{0.005 + 0.05240Z}{1.858 \times 0.017226Z} = \frac{0.1562}{Z} + 1.637 \tag{12}$$

となる．(11) 式に (2) 式及び (12) 式を代入し整理すると，0°C の場合の滲透圧 P_0 は次の如くになる．

$$P_0 = 0.106_1 + 1.144_6Cl + 0.00207Cl^2 + 0.0000037Cl^3 \tag{13}$$

又滲透圧と氷点との間には

$$P_0 = 12.06\Delta\tau \tag{14}$$

の関係[3][4] があり，この (13) 式に (4) 式を入れて整理すると (14) 式と同じになる．更に t°C における滲透圧 P_t は

$$P_t = P_0\left(1 + \frac{t}{273.1}\right)$$

であるから，(13) 式を入れ整理すると大体次の如くになる．

$$P_t = 0.106 + 1.1446Cl + 0.00207Cl^2 + 0.0000037Cl^3 + 0.00419Cl \cdot t \qquad (15)$$

三宅[3] によると

$$P_t = 1.240Cl + 0.0045Cl \cdot t \qquad (16)$$

であって，従来から示されている (7) 式によると

$$P_t = 1.165Cl + 0.0000627Cl + 0.00426Cl \cdot tCl \qquad (17)$$

となる．(15)〜(17) 式によって 0°C における滲透圧 P_0 は次の如くである．

	10Cl‰	19Cl‰	
P_0 (atm)	11.762	22.625	from eq. (15)
	12.40	23.56	from eq. (16)
	11.712	22.565	from eq. (17)

(VIII) 0°C における比重について

比重は溶液の質量とその溶液が占める容積の比で示されるから，今 0°C において 1000g の水に海塩 Zg を溶解した溶液の容積を V とすれば比重 ρ_0 は

$$\rho_0 = \frac{1000 + Z}{V} \qquad (18)$$

である．この場合に Z は既に知られているから，V を求めればよい．

この V を求めるために partial molal volume と apparent molal volume との 2 つの溶液に関する熱力学的取扱[5] を必要とする．定義によって

$$\overline{V}a = \left(\frac{\partial V}{\partial m}\right)_{p,T,b,c,\cdots} \qquad (19)$$

$$\phi = \frac{V - V_0}{m} \qquad (20)$$

なる関係がある．ここに $\overline{V}a$ は成分 a の partial molal volume；ϕ は海塩の apparent molal volume；V_0 は純水 1000g の容積である．

所で一般的に実験式として

$$\phi = \Phi + \kappa\sqrt{m} \qquad (21)$$

なる関係があって，この Φ 及び κ は恒数である．(20) 式から

$$\frac{d\phi}{dm} = \frac{1}{m}\left(\frac{\partial V}{\partial m} - \frac{V}{m} + \frac{V_0}{m}\right) = \frac{1}{m}\left(\frac{\partial V}{\partial m} - \phi\right)$$

であって，これから

$$\overline{V} = \frac{\partial V}{\partial m} = m\frac{d\phi}{dm} + \phi \qquad (22)$$

となる．この (22) 式と (21) 式とから

$$\overline{V} = \Phi + \tfrac{3}{2}\kappa\sqrt{m} \qquad (23)$$

となって，partial molal volume と apparent molal volume との間に略同一の関係がある．

一方海水の total volume は次の関係で与えられる．

$$V = m_0\overline{V}_0 + m_1\overline{V}_1 + m_2\overline{V}_2 + m_3\overline{V}_3 + \cdots\cdots$$

ここに m_0 は純水の molality；m_1, m_2, …… は存在する各塩類の molality; $\overline{V}_0$, $\overline{V}_1$, $\overline{V}_2$ …… は

夫々相当する partial molal volume である．更に海水を単一塩類の水溶液と仮定すると，この単一塩類の molality m は

$$m = m_1 + m_2 + \cdots\cdots$$

であって，その partial molal volume を $\overline{V}$ とすれば

$$V = m_0\overline{V}_0 + m\overline{V}$$

となるから，

$$m\overline{V} = m_1\overline{V}_1 + m_2\overline{V}_2 + \cdots\cdots$$

と置くことができる．従って

$$\overline{V} = \frac{1}{m}\left(m_1\overline{V}_1 + m_2\overline{V}_2 + \cdots\cdots\right) \tag{24}$$

として，各塩類の割合は塩素量の多少に拘わらず変らないものとして，$m_i/m = \beta_i$ と置けば，(24) 式は

$$\overline{V} = \sum(\beta_i\overline{V}_i) \tag{25}$$

となる．従って各々の成分については (23) 式により

$$\overline{V}_i = \Phi_i + \frac{3}{2}\kappa_i\beta_i^{\frac{1}{2}}m^{\frac{1}{2}}$$

であるから，各成分についての $\beta_i\overline{V}_i$ は

$$\beta_i\overline{V}_i = \beta_i\Phi_i + \frac{3}{2}\kappa_i\beta_i^{\frac{3}{2}}m^{\frac{1}{2}}$$

となって，各成分塩類の合計は加成的に

$$\Sigma(\beta_i\overline{V}_i) = \Sigma(\beta_i\Phi_i) + \frac{3}{2}m^{\frac{1}{2}}\Sigma(\kappa_i\beta_i^{\frac{3}{2}}) = \overline{V} \tag{26}$$

であるから，(25) 式によってこの (26) 式は海塩についての partial molal volume $\overline{V}$ となる．従って，(21) 式と (23) 式の関係から，海水の apparent molal volume ϕ は

$$\phi = \Sigma(\beta_i\Phi_i) + m^{\frac{1}{2}}\Sigma(\kappa_i\beta_i^{\frac{3}{2}}) \tag{27}$$

となる．従って海水の total volume V は (20) 式によって

$$V = V_0 + \{\Sigma(\beta_i\Phi_i) + m^{\frac{1}{2}}(\kappa_i\beta_i^{\frac{3}{2}})\}m \tag{28}$$

で与えられる．即ち partial molal volume の援けによって各塩類の apparent molal volume を加成して，全塩類についての apparent molal volume が得られる．

さて各塩類について 0°C における Φ 及び κ が見当らなかったので，International Critical Table から，(20) 式を次の様に変形して，

$$\phi = \frac{1}{m}\left(\frac{1000 + mM}{\delta} - \frac{1000}{\delta_1}\right) \tag{29}$$

ϕ を得た．ここに M は溶質の分子量；δ 及び δ_1 は溶液及び溶媒の比重；m は溶質の molality である．この ϕ と $m^{\frac{1}{2}}$ とから (21) 式における Φ 及び κ を定めた．次の第 1 表の如く $\beta_i\Phi_i$ 及び $\kappa_i\beta_i^{\frac{3}{2}}$ を得て，これらを合計して結局，0°C における海水の total volume は，溶媒である水の容積が 1000.1324*ml* であるから，次式の如くになった．

$$V = 1000.1324 + (10.43412 + 2.93585\sqrt{m})m \tag{30}$$

従って 0°C における海水の比重は (18) 式によって

$$\rho_0=\frac{1000+mM}{1000.1324+(10.43412+2.93585\sqrt{m})m} \qquad (31)$$

で示される．この式に従って各塩素量における m を代入して ρ_0 を求め，更に常例により σ_0 の単位で表わすと第2表の如くになる．この計算値と Knudsen の Hydrographical Table に与えられている σ_0 との差は，一般に計算値の方がやや小さくなっている．これは Hydrographical Table の σ_0 から逆に，全塩類の apparent molal volume を求めると，

$$\phi=10.1423+3.1933\sqrt{m}$$

となり，(27) 式による計算式と比較すると，各塩類について求めた Φ 及び κ が適当でなかったことになる．即ち International Critical Table 等に与えられた各塩類の濃度が一般にやや大で，海水中に溶存していると思われる程度の濃度についての δ ((29) 式における) が与えられてないために，ϕ が，従つて Φ 及び κ がこの様に海水について加成的に計算を行う場合に影響を及ぼしているものと考えられる．

Table 2

Cl ‰	① m	② $\sqrt{m}$	③	④ ϕ	⑤ $m\phi$	⑥ V	⑦ 1000+Z	⑧ ρ_0 (calc.)	⑧ σ_0 (calc.)	⑩ σ_0	⑪ $\Delta\sigma_0$
1	0.03250	0.180	0.52845	10.96257	0.356	1000.488	1001.888	1.001399	1.399	1.400	−0.001
5	0.15866	0.398	1.16846	11.60258	1.840	1001.973	1009.214	1.007226	7.226	7.251	−0.025
10	0.31901	0.565	1.65875	12.09287	3.857	1003.990	1018.521	1.014473	14.473	14.522	−0.049
15	0.48224	0.695	2.04041	12.47453	6.015	1006.148	1028.001	1.021719	21.719	21.774	−0.055
19	0.61498	0.784	2.30170	12.73582	7.832	1007.964	1035.716	1.027532	27.532	27.582	−0.050
20	0.64864	0.805	2.36335	12.79747	8.300	1008.433	1037.662	1.028984	28.984	29.037	−0.053

③：$2.93585\sqrt{m}$　　⑥：$1000.132+⑤=V_0+m\phi=V$　　⑨：$(\rho_0-1)\times 100=\sigma_0$

④：$10.43412+③=\phi$　　⑦：$1000+Z$　　⑩：σ_0 from Hydrographical Table.

⑤：$m\times④=m\phi$　　⑧：$⑦/⑥=\rho_0$　　⑪：$\Delta\sigma_0=⑨-⑩$

(IX) 結　　言

以上，若干の仮定の下に，海水の様な種々の塩類の混合水溶液の colligative property を塩素量或いは molality の函数形として，化学量論的に取扱って，加成性を適用して，氷点・蒸気圧・滲透圧等の算出式を導いた．ここに求めた算出式は，従来から与えられている式に比べると，一般にやや複雑な函数形となっているが，算出される夫々の数値は従来から示されている数値と略々一致しているのである．又 0°C における比重の算出式を導く際には，溶媒である水の容積が水溶液を作る際に変化しないと仮定して，溶質である各塩類を次々に添加して生ずる容積の増加は夫々のその溶質の容積を示すものとして考察して来た．即ち溶質や溶媒の volume contraction や common ion effect 乃至 ionic strength 等の影響は海水の様な比較的濃度の小さな水溶液では，若しこれらの影響があったとしても negligible なものとして，ここには考えに入れなかった．本文中得た各溶質の apparent molal volume に若干の不安定さがあるが，算出された σ_0 が Hydrographical Table に与えられてはいる値に比してそれ程かけ離れたものでないことは，考察及び算出方法に夫れ程大きな誤りがないものと思う．

(X) SUMMARY

Some physico-chemical properties of sea water have been discussed, using known physical constants of the constituents of sea salt on the assumptions that the ratios of each constituent to the total salt (Z) are constant, and that the concentrations are given by the hypothetical combination of ions in sea water found by Lyman & Fleming.

Under these assumptions equations for computiong vapour pressure, freezing point, osmotic pressure and σ_0 in terms of chlorinity have been constructed.

(XI) 文　　献

1) LYMAN, J. & Fleming, R. H. 1940.
Composition of Sea Water. J. Marine Research, **3**: 134～146.

2) WIRTH, H. E. 1940.
The Problem of the Density of Sea Water. Ibid., **3**: 230～247.

3) MIYAKE, Y. 1939.
Chemical Studies of the Western Pacific Ocean. III. Freezing Point, Osmotic Pressure, Boiling Point and Vapour Pressure of Sea Water. Bull. Chem. Soc. Japan, **14**: 58～62.
MIYAKE, Y. 1952.
A Table of the Saturated Vapour Pressure of Sea Water. Oceanographical Magazine, **4**: 95～118.

4) FLEMING, R. H. & Revelle, R.
Contribution from the Scripps Institution of Oceanography, New Series, No. 70.
SVERDRUP, H. U. JOHNSON, M. W. & FLEMING R. H. 1942.
The Oceans, their Physics, Chemistry, and General Biology.

5) LEWIS, G. N. & RANDALL, M.
Thermodynamics.

黒潮域の溶存酸素の分布について

——Oxygen Anomaly について——

松　平　康　雄
広島大学水畜産学部水産学科
川　本　彊　雄
神戸海洋気象台
北　村　弘　行
神戸海洋気象台

On the Distributions of Dissolved oxygen in the Kuroshio Region

Yasuo MATSUDAIRA
Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama
Takeo KAWAMOTO
Kobe Marine Observatory.
Hiroyuki KITAMURA
Kobe Merine Observatory.

（I）序 …… 297
（II）溶存酸素と σ_t との相関関係 …… 297
（III）鉛直分布 …… 298
（IV）等 σ_t 面における分布 …… 298
（V）結　言 …… 300
（VI）Summary in English …… 300
（VII）文　献 …… 301

（I）序

黒潮域における溶存酸素の水平並びに鉛直方向の分布状況によると，その分布の傾度の急な所は黒潮の流軸に略々相当し，この附近を境界として沿岸域（冷水域を含めて）と沖合域との間には水塊にかなりの相異のあることが示されている[6]．これらの場合には主として深度が注目されていたが，ここには等 σ_t 面上の分布について考察した．

σ_t 面は近似的に constant potential density なものであり，且つ海水の横混合或いは水平移動が行われるのに最も都合の良い面と見做されるので，溶存酸素の分布を考察する際に σ_t が相関的なものとして選ぶことが出来る．この様な考えの下に，近ごろ Gulf Stream についての研究[1] があり，これと相似た構造を示すと考えられる黒潮の場合について調査した．

（II）溶存酸素と σ_t との相関関係

本邦南方海域における代表地点として南方定点（Tango; 29°N, 135°E）を選び，1951～52 の間における約 140 点の資料[2] から，oxygen～σ_t correlation[5] を求め，その一部を第 1 図に示した．黒潮域における分布状況をこの相関関係からの anomaly として求めた．この oxygen anomaly は，各海域における溶存酸素観測値から，それと同一の σ_t 値の南方定点の酸素量を

差引くことにより得られ，anomaly は一般に負であって，−0.4ml/L 以上の場合について主として考察する．

(III) 鉛 直 分 布

1955 年夏季の本邦南方海域[3] の二，三の鉛直分布の例を第 2 図に示した．各断面における anomaly の分布を綜合すると次の様になる：

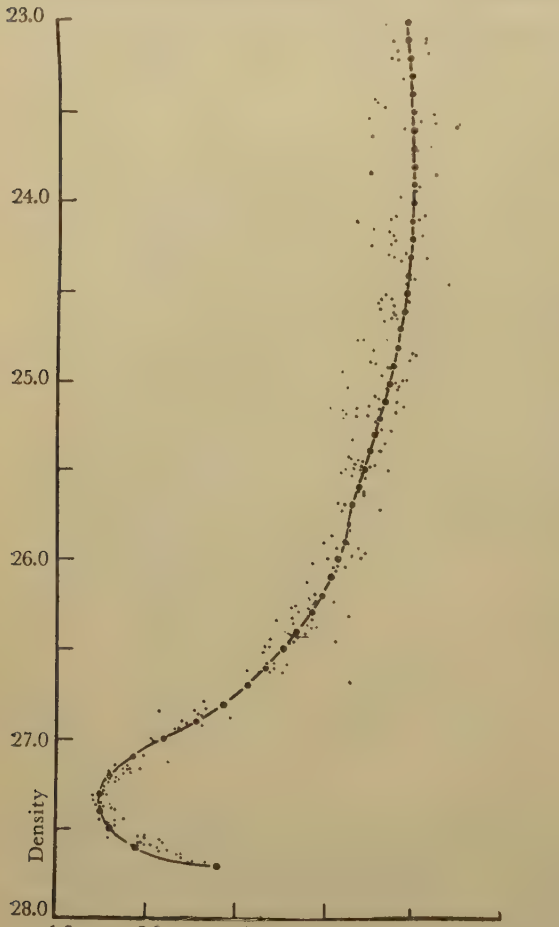


Fig. 1. The Correlaion detween oxygen content and sigma-t at the ocean weather station ("Tango" 29° N. 135° E) occupied in Aug., 1952. Full line indicates the steepness of the curve.

1) 最も大きな anomaly を示す層は，主として σ_t=24.5 の面を中心として広く拡がり，その下層にも現われている．

2) この大きな anomaly は主として力学計算による最高流速を示す層の下層附近に見出される．

3) 反流部にも著しい anomaly が見出されることがある．

4) 従って黒潮の流向に沿って西部から東部に追跡することが出来る．

5) この大きな anomaly は沿岸部では 100m 以浅にも存在するが，主として100～200m層に見出される．

6) 又鉛直安定度の大きい層の下層に主として見られる．

G線では比較的に接岸した観測点2～3にて流速の著しい100～150m層に大きな anomaly が存在しておりH-線ではかなり沖合の観測点4～5に存在している．冷水域に相当する観測点 2～3 では小さな anomaly であるが，表層部と 300m 以深ではanomalyが正となり，特に下層では大きな値となっている．

(IV) 等 σ_t 面における分布

鉛直分布に見られた様に，σ_t=24.5 の面を中心として大きな anomaly が存在しているので，次にこの面における分布状況を第 3 図に示した．この図には東支那海（長崎海洋気象台[3]）及び房総沖（中央気象台並びに海上保安庁水路部[3]）における観測をも含めた．東海では一般に大きな anomaly が見られ，殊に大陸棚上には著しい −1.3ml/L 以上の anomaly がある．これは深度の浅い大陸棚上であるから海底の影響受けているかも知れない．沖縄列島の東側にも

かなり大きなanomalyが見られ，全般的に見て-0.8～1.0ml/Lのanomalyを示す部分は流速の大きな部分に相当している．この比較的大きなanomaly値は海域が西部から東部に移るにつれて，極く僅かであるが，減少している．又遠州灘の冷水域部に正となつているが，これ

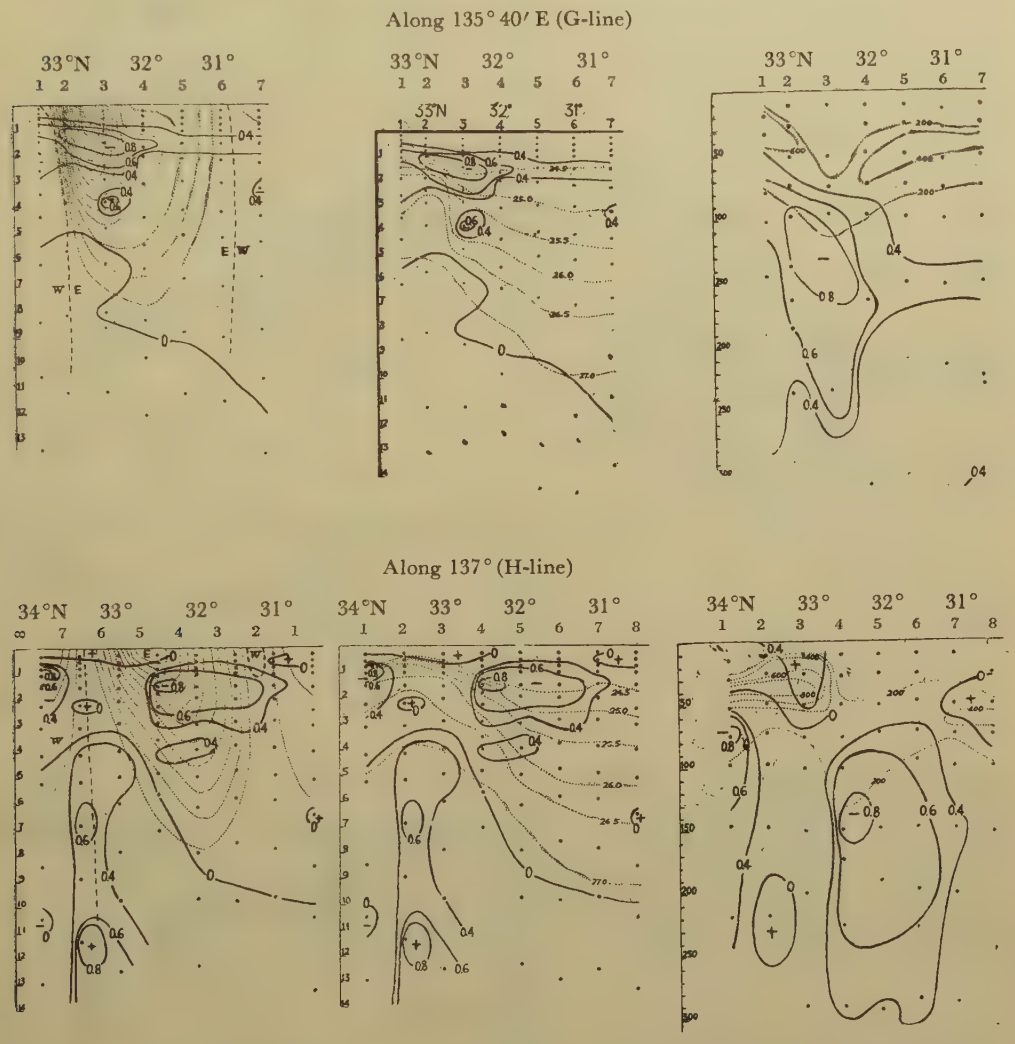


Fig. 2. The vertical sections of G-line (along 135° 40′ E) and H-line (along 137° E) in Aug., 1955.
A. Oxygen anomalies (full line) and computed current velocities (dotted line).
B. Oxygen anomalies (full line) and isopycnals (dotted line).
C. Oxygen anomalies (full line) and vertical stabilities (dotted line, $10^4 \frac{\Delta\sigma_t}{\Delta Z}$).

は冷水域部のこのσ_t=24.5の面が50m以浅となつているから，表面からの影響をかなり受けているためと考えられる．次にσ_t=25, 25.5, 26及び26.5の分布によると（第4図），冷水域部には正のanomalyは見当らなくなる．この図によると，σ_t=24.5の面で見られる様に，anomalyの大きな部分は大体において流軸に相当し，下層に移るに従って次第にanomaly

値も小となるが，σ_t=26 の面でもこのことが見られ，冷水域部もかなりはっきりとしているけれども，σ_t=26.5 の面では様子が変って冷水域部に相当する部分も目立たなくなって来ている．

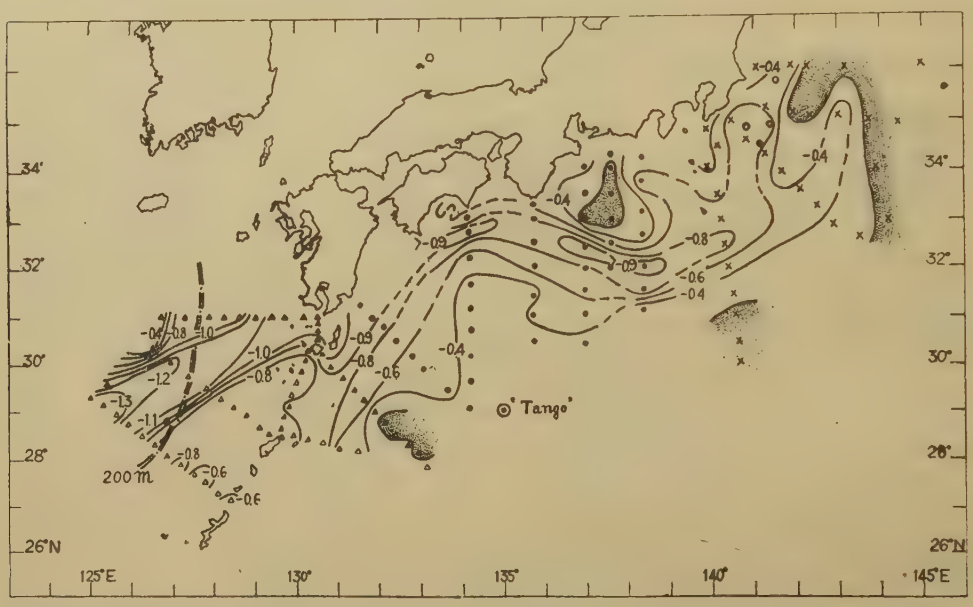


Fig. 3. The distribution of oxygen anomalies along 24.5 isopycnal surface in the Kuroshio-region in Aug., 1955. Dotted areas indicate positive anomaly.

(V) 結　言

黒潮域における溶存酸素の分布状況を等 σ_t 面を中心として考察して来た．南方定点における酸素量と σ_t との相関関係を定め，これからの anomaly で表わすこと，大きな anomaly を示す部分は大体黒潮の流軸に相当し，σ_t=24.5 を中心としている．本文では主として夏季の場合について考察して来たが，黒潮を調査する際に，年間の変化（主として季節による変化）に対してこの様な考え方を適用することは興味あることと思う．

(VI) SUMMARY

A distinctive correlation between oxygen content and sigma-t has been shown in the Ocean Weather Station "Tango" (29° N, 135° E). Along the assumptive course of the Kuroshio oxygen anomalies can be used to delineate its right-hand boundary and to trace the water of southern origins. The most deficient water centered at σ_t about 24.5, and the largest anomalies were found at the layers below the maximum current velocities. In many cases the lines of equal anomaly can be drawn approximately parallel to those of isopycnals.

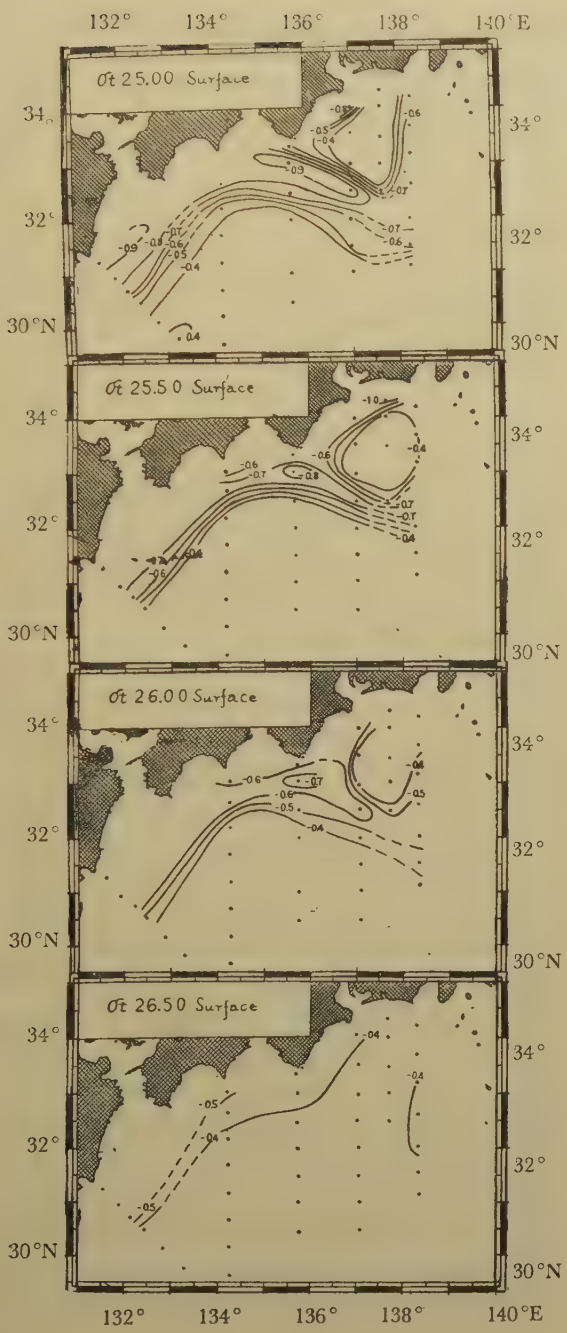


Fig. 4 The dstributions of oxygen anomalies along 25, 25.5, 26, and 26.5 isopycnal surfaces in the southern sea area off Honshu in Aug., 1955.

(VII) 文　献

1) Richards, F. A. & Redfield, A. C. 1955. Oxygen-density relationships in the western North Atlantic. Deep-Sea Research, 2: 182-199.

2) The Results of Marine Meteorological and Oceanographical Observations. The Central Meteorological Observatory, Tokyo, Japan: No. 10, 1951; No. 11, 1952.

3) ibid., No. 17, The NORPAC Expedition, 1955.

4) 海上保安庁水路部，海洋概報，昭和 30 年第 3 号.

5) 川本彊雄：太平洋の溶存酸素の分布について，其の一・北太平洋西部海域の σ_t～O_2 diagram について．海と空，**23**～37（昭和30年）.

6) 神戸海洋気象台海洋課：昭和30年本州南方海域海洋観測報告，中央気象台海洋報告，4：No. **4**（昭和31年）.

Radioactivity in the River Water, Brackish-Water, Sea Water and the Laver at River Mouth, Derived from Radioactive Rain Water

Isao TAKESITA and Shunpei KAKUDA

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Tables 1–3; Text-figs. 1–4)

INTRODUCTION

The contamination of the river water by fission products of atomic bomb tests has been surveyed by HIYAMA *et al.* in Japan.[1] But they could not find out any remarkable radioactivity in the river water. And yet nothing has hitherto been reported concerning the effects of radioactivity which derived from fission products in the river water caused through rainfall upon laver (*Porphyra tenera* KJELLM.) which was cultured at river mouth.

In 1954, ARASAKI & NOZAWA[2] surveyed the contamination of laver by radioactivity of fission products, cultured at the northern part of Tokyo Bay and near the river mouth of Shiogama Bay, and no radioactivity was found out.

In this investigation, from Apr. 1956 to Feb. 1957, the radioactivity of rain water has been surveyed. Then it was made evident that considerable fission products were contained in every rain water that they have recently had. On the other hand, a radiological investigation into the river water was carried out, while the investigation was continued about the radiological contamination of the sea water sampled at a few stations in the Seto Inland Sea and at one station in the Strait of Hōyo. And whenever the rain containing fission products was falling, radioactivity in the water of the river Ashida was found out. In order to investigate the state of radiological contamination of the river water in detail, the water of the river Ashida was sampled very carefully for three months from Dec. 1956 to Feb. 1957 and the amounts of its radioactivity were measured. And at the same time the brackish-water at the mouth of the river Ashida and the sea water off the mouth of that river were surveyed.

It was reported by SAITO & SAMESHIMA (1956)[3] and TANAKA (1956)[4] that in their laboratory the marine algae immersed in the sea water containing fission products were remarkably contaminated by radioactivity. A radiological investigation of the laver, cultured at the mouth of the river Ashida, was conducted because it seemed probable that the laver, cultured at the mouth of the river Ashida, might have been exposed to radioactive river water.

MATERIAL AND METHODS

In order to investigate radioactivity in the water of rain and the river, samples were taken from Apr. 1956 to Feb. 1957 as follows. Rain water was gathered in a glass basin using a vinylon sheet (1 m. × 1.5 m.) in the yard of the writers' laboratory in the vicinity of Fukuyama City. In this case, the water of a litre of each rain which fell was sampled at the

very beginning of each rainfall. The water of the river Ashida was also sampled from the surface of the stream at the following survey point at every few hours immediately after it began to rain. These samples of the water of rain and the river were treated at once as described below, and then they were counted. The survey was continued till the radioactivity could not be found out in the river water.

A survey point was selected at Kashima-bridge base on the river Ashida, which flows through the western part of Fukuyama City into the Seto Inland Sea, about 8 km. upstream from the mouth of the river. The river has the width of about 300 m., the depth of water about 50 cm., the volume of running water about 10 m^3 per second and the width of its watercourse about 50 m. as usual. And the river water sampled there was always fresh and free from any influence of sea water. Of course when the rain did not fall, or in case of the amout of rainfall was less than about 5 mm., the river water always remaind clear. It was scarcely muddy when the amount of rainfall was about 10 mm., while it was somewhat muddy when the amount of rainfall was about 40 mm., which was the maximum value while the survey was in progress. The survey point on the river was located 8 km. away from the writer's laboratory.

A litre of water was heated and condensed respectively in a large beaker. Then it was poured into a small beaker and was condensed up to 10 ml. or so. Being replaced drop by drop into a planchet, it was dried up. Moreover, a small quantity of $\frac{1}{2}$ N HCl which was used for washing the small beaker was added to the planchet and dried up. The planchet made of stainless steel, which was 6.24 cm^2 in area, was used. When the river water was somewhat muddy, 200 ml. of the sample as well as a litre of the river water was treated. Being dried up in the planchet under infra-red lamps, the sample was counted using the G.–M. counter. Self-absorption in the sample was very small at the densities in the planchet.

In these investigations, the treated samples of the water of rain and the river have been kept in the constant conditions to obtain the rate of physical decay in the radioactivity of the samples. To determine whether or not the radioactive substances found out in the water of rain and the river Ashida are the same, decay curves of both samples were prepared.

The brackish-water at the mouth of the river Ashida and the sea water some miles away from the river mouth were sampled when it was raining or within a few hours after the rain stopped. Three survey stations at the river mouth were selected along the centre line of the stream at a distance of 500 m. upstream from the mouth of the river. The sea water was sampled three times a month at the three stations located each at a distance of 1 mile from the mouth of the river Ashida. These stations were situated at the northern part of the Island of Hashiri in the Seto Inland Sea. The samples of the sea water were treated as follows:

Each solution of NH_4Cl(2g/l), $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$(86.3g/l) and $BaCl_2 \cdot 2H_2O$(17.8g/l) was added in order 1 ml. by 1 ml. to the sample of a litre of the sea water and was heated up to 60°～70°C, and then aqueous solution of ammonia was added to it till it showed a little pink colour, using phenolphthalein as indicator. After having been boiled for a few minutes, it was cooled down to the room temperature. Then it was filtered through the Tōyō filter paper No. 5A. The deposit on the filter paper was dried carefully under infra-red lamps and then the deposit was counted as it was on the filter paper.

To investigate the contamination of the living laver cultured at the mouth of the river Ashida, the writers measured the amouts of radioactivity of the living laver collected during

the rainfall or within a few hours after the rain stopped and that of the living laver collected many days after it had stopped raining. In this study the samples of the living laver were taken at random from the collectors for laver which were laid at the mouth of the river Ashida. And at the same time the brackish-water near the collector was taken as one of the preceding samples. The samples of the living laver were put in the ceramic crucibles and then they were dried under infra-red lamps, keeping the temperature of crucibles about 110°C. The samples in the crucibles were put in a muffle furnace, and then they were heated overnight at about 550°C. The ash obtained in crucibles was ground and spread evenly on the planchet with the aid of distilled water, and it was dried under infra-red lamps and counted.

In order to investigate the dried laver, "asakusanori", one of the favorite Japanese foods, exposed to radioactive river water during its living periods, the writers measured the amounts of radioactivity in the ash of the two samples of dried laver which were cultured in 1954 and 1957 at the mouth of the river Ashida. One of the samples was cultured and dried into "asakusanori" in Feb. 1954 before the atomic bomb tests at Bikini Atoll in the Marshall Islands, the other was collected and dried into "asakusanori" on 6th Feb. 1957 after the atomic bomb tests on the same grounds. Considering the natural radioactivity of K^{40} included in laver, the amouts of radioactivity of both samples were compared with each other.

In the case of the dried laver, "asakusanori", it was broken into flinders and put in the ceramic crucible. It was ashed in a muffle furnace in the same way as in the case of the living laver. The ash was weighed and transferred into a planchet and treated by the same method as in the living laver, and then it was counted.

In the ash of laver, self-absorption curve was prepared to determine the self-absorption of the ashed sample of laver.

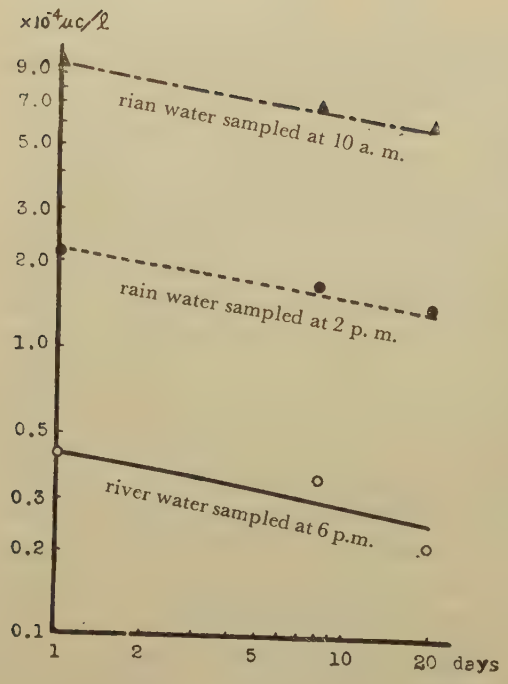
The radiation counter (G.-M. tube system) used in this measurement is a product of Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd. Its form is RGD-100-B. The weight of mica of this G.-M. counter tube is about 1.9 mg/cm^2. The distance from the window of mica to the sample was always kept 10 mm.

The values for the amounts of radioactivity of the sample were determined by making clear the relation between curies and counts/minute obtained by measuring the amounts of radioactivity of a standard source produced by Scientific Research Institute. The standard source was put into the planchet and was counted at 10 mm. off the mica of the window of the G.-M. counter tube in the same way as the samples were counted and the counts /minute were compared with known numbers of disintegration per minute of this standard source and counts/minute could be readily converted into microcuries. The correction was made for the geometrical difference between the standard and the sample. It was also made for back-scatter, but no correction was made for self-scatter. The relation between microcuries and counts/minute was determined by the next formula:

$$M\mu c = 4.02 \times 10^{-6} \times Mc.p.m. \text{ (net counts)}$$

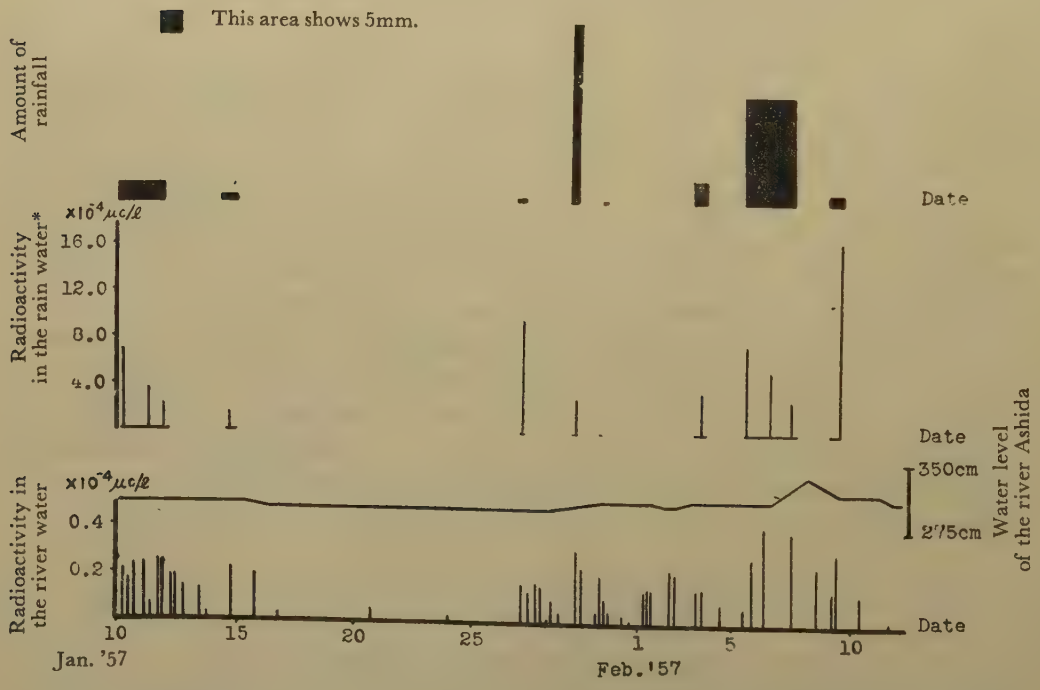
RESULTS AND DISCUSSION

A) Radiological contamination of the river water by rain water including fission products



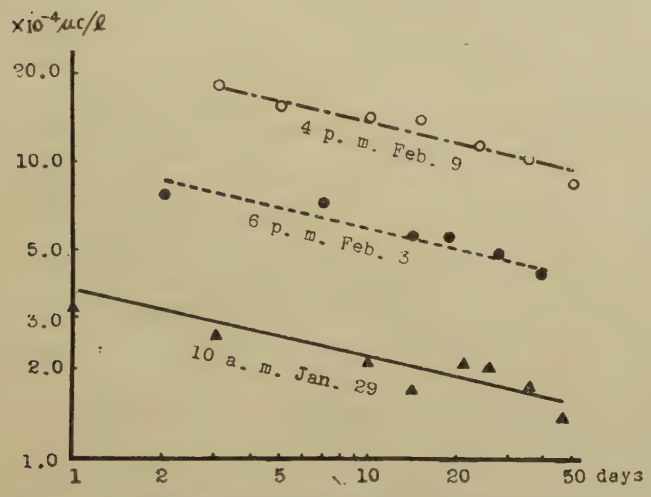
Text-fig. 1 shows the physical decay of radioactivity in the sample of the rain water and hat of the river water on 4th Dec. 1956. In Text-fig. 1, the slopes of the three decaying curves obtained by treating the water of the rain and the river sampled at 10 a. m., 2 p. m. and 6 p. m. respectively on the same day of Dec. 1956 were so similar that the radioactivity, found out in the river water, would be derived from fission products of atomic bomb tests which were contained in the rain water.

Text-fig. 1.
Decay curves of radioactivity of fission products in the water of the rain and the river Ashida sampled on 4th Dec. 1956.



Text-fig. 2. Radioactivity in the rain water and the river warer, water level of the river Ashida and the amount of rainfall in Jan. and Feb. 1957.
*The length of the base-line shows the time of rainfall continued.

Text-fig. 2 shows a part of the results of the radiological survey of the rain water gathered in the yard of the laboratory and that of the water of the river Ashida from Jan. to Feb. 1957. The full line shows the water level of the river Ashida at Kashima-bridge base and the filled column shows the amout of rainfall at Fukuyama. On 1st Feb. the amounts of radioactivity in the water of the river Ashida was $0.15 \pm 0.11 \mu c/l$ and the change of the water level was observed on the same day and on 3rd Feb., but it had not rained in the Fukuyama districts from 31st. Jan. to 3rd Feb. It is therefore supposed that the radioactivity in the river water on 1st Feb. was caused by the rainfall over some part of the basin of the river Ashida.



Text-fig. 3. Decay curves of radioactivity of fission products in the rain water in Jan. and Feb. 1957.

As shown in Text-fig. 2, the amouts of radioactivity in the river water were almost constant during a rainfall and it began to decrease soon after it had ceased to rain. The radioactivity could not be found out after about two days, and usually the state of no remarkable radioactivity in the river water continued till the next rainfall. Text-fig. 3 shows the decay curves of radioactivity, which indicate that the amounts of radioactivity in the rain water decrease to half after about 30 days. From these results it may be seen that the decrease of radioactivity in the river water described above is not caused by the physical decay of radioactive elements in fission products in the river water but caused by the effect that the amounts of fission products in the river water were decreased. The reason for the decrease is supposed to be that the radioactive substances were washed away downstream or precipitated on the river bed or absorbed by soil or aquatic organisms in the stream.

B) Radioactivity in the water at the mouth of the river Ashida and Seto Inland Sea

The results of measuring the amounts of radioactivity in the brackish-water and the sea water off the mouth of the river Ashida is shown in Table 1.

This table shows that no remarkable radioactivity could be found out in the brackish-water and the sea water. It is supposed that the river water containing radioactive substances was influenced by the sea water at the river mouth. According to the results of periodical measuring of the amounts of radioactivity in the sea water from Jan. to Aug. 1956 at the station in the Strait of Hōyo, about 3 miles southwest off the Cape of Sada through which the Black Current comes into Seto Inland Sea and also at another several stations in the Seto Inland Sea, the writers could not recognize any remarkable radioactivity.

Table 1. Radioactivity of brackish-water at the mouth of the river Ashida and sea water off that river mouth.

Date of Sampling	Radioactivity ($\times 10^{-4}$ $\mu c/l$)				Time of low tide
	1000m upstream from the river mouth	500m upstream from the river mouth	the river mouth	1 mile off the river mouth	
12h. 11 Jan. '57	−0.08±0.11	−0.00±0.12	0.06±0.12	0.06±0.10	12h. 20m.
15h. 27 Jan. '57	0.02±0.11	—	—	—	15h. 35m.
12h. 28 Jan. '57	0.02±0.11	−0.04±0.11	0.12±0.12	—	16h. 25m.
14h. 29 Jan. '57	—	−0.01±0.10	—	—	17h. 05m.
15h. 30 Jan. '57	0.01±0.11	0.08±0.12	—	—	17h. 40m.
11h. 6 Feb. '57	0.05±0.12	0.08±0.11	—	−0.14±0.11	08h. 30m.
16h. 9 Feb. '57	—	—	—	0.09±0.11	11h. 40m.
15h. 12 Feb. '57	0.11±0.11	0.06±0.11	—	0.08±0.11	15h. 40m.
09h. 16 Feb. '57	—	—	—	0.07±0.11	06h. 00m.
15h. 22 Feb. '57	0.11±0.11	—	—	−0.03±0.11	10h. 55m.

C) Radiological contamination of laver at the mouth of the river Ashida by fission products in the river water

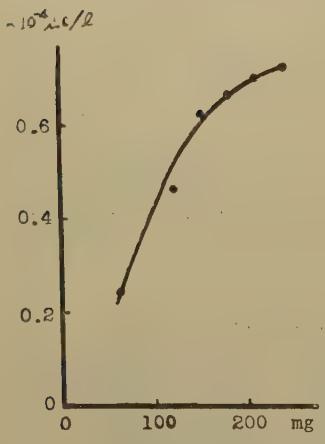


Fig. 4. Self-absorption curve of the ashed laver

In order to know the self-absorption in the ash of laver in this treatment, some quantity of the ashed sample of laver was counted. The results are shown in Text-fig. 4. Here the straight line, a part of the curve, shows that the values for the amounts of radioactivity of some quantity of the ashed sample can be generally converted into the values for the amounts of radioactivity per gram. Weights of ash of the linear range are from 0 to 150mg. as shown in Text-fig. 4. So the ash of laver was taken about 120mg. of each sample and was counted. So as to study whether or not the living laver is contaminated by radioactive substances in fission products in the river water, the ash of the living laver collected just when the radioactivity was found out in the river water was counted, and also the ash of the living laver collected just when no radioactivity was found out in the river water was counted. The radioactivity measured about the ash of the living laver mentioned above is shown in Table 2. Here, significant difference can not be recognized between the values for the amounts of radioactivity of the laver collected in these two cases described above.

The dried laver, "asakusanori", which was cultured in the different year at the mouth of the river Ashida was ashed and counted. One of the dried laver was collected and dried in Feb. 1954, which was not influenced by atomic bomb tests at Bikini Atoll, and the other laver cultured on the same ground on 6th Feb. 1957 was collected and dried after the

atomic bomb tests. The ash of the dried laver of these two cases was counted. These results are shown in Table 3.

Table 2.

a). Radioactivity in the river water, brackish-water and the laver, sampled at the river mouth when radioactivity was found out in the river Ashida.

Date of sampling	Radioactivity ($\times 10^{-4}\mu$c.) Laver (per 120 mg.)	Brackish-water (per litre)	River water (per litre)
4 p.m. 27 Jan.'57	0.18±0.11	0.02±0.11	—
5 p.m. 27 Jan.'57	—	—	0.17±0.10
10 a.m. 29 Jan.'57	—	—	0.31±0.11
2 p.m. 29 Jan.'57	0.21±0.11	−0.01±0.10	—
10 a.m. 30 Jan.'57	—	—	0.20±0.10
3 p.m. 30 Jan.'57	0.49±0.12	0.01±0.11	—
10 a.m. 6 Feb.'57	0.05±0.12	0.05±0.12	0.41±0.11
11 a.m. 6 Feb.'57	0.17±0.12	0.08±0.12	—

b). Radioactivity in the brackish-water and the laver when radioactivity was not found out in the river Ashida.

Date of sampling	Radioactivity ($\times 10^{-4}\mu$c.) Laver (per 120 mg.)	Brackish-water (per litre)
1 p.m. 12 Feb.'57	0.18±0.11	0.06±0.11
3 p.m. 22 Feb.'57	0.16±0.12	0.11±0.11
4 p.m. 22 Feb.'57	0.25±0.11	—
10 a.m. 11Mar.'57	0.34±0.11	0.03±0.11
2 p.m. 11Mar.'57	0.18±0.11	—

Table 3. Radioactivity in the "asakusanori".

(collected and dried up in Feb. 1954.)

No. of sample	Date of measurement	Radioactivity ($\times 10^{-4}\mu$c/120mg.)
1	5 Mar. '57	0.47±0.12
2	6 Mar. '57	0.45±0.12
3	6 Mar. '57	0.34±0.12
4	6 Mar. '57	0.29±0.11
5	8 Mar. '57	0.50±0.12
6	11 Mar. '57	0.49±0.12
7	13 Mar. '57	0.49±0.12
8	13 Mar. '57	0.51±0.12
9	13 Mar. '57	0.56±0.12
10	13 Mar. '57	0.52±0.12

(collected and dried up on 6th Feb. 1957.)

No. of sample	Date of measurement	Radioactivity ($\times 10^{-4}\mu$c/120mg.)
1	5 Mar. '57	0.48±0.12
2	5 Mar. '57	0.52±0.12
3	5 Mar. '57	0.43±0.12
4	5 Mar. '57	0.50±0.12
5	5 Mar. '57	0.45±0.12
6	5 Mar. '57	0.52±0.12
7	5 Mar. '57	0.62±0.12
8	11 Mar. '57	0.43±0.12
9	11 Mar. '75	0.49±0.12
10	11 Mar. '57	0.33±0.12
11	11 Mar. '57	0.36±0.12

From these results significant difference between the amounts of radioactivity of the laver before and after the atomic bomb tests cannot be seen. Referring to these two tables, it may be said that the increase of radioactivity either in the living or in the dried laver cultured at the river mouth can not be recognized.

SUMMARY

1) The radioactivity derived from fission products in the water of rain and the river Ashida has been surveyed, and the radioactivity was newly found out in the water of that

river at every rainfall from Dec. 1956 to Feb. 1957. During the rainfall, radioactivity was always detected in the water of the river Ashida.

2) When the rain stopped, the radioactivity in the river water began to decrease gradually and could not be found out after two days, and so on hereafter.

3) The radiological contamination of the brackish-water at the mouth of the river Ashida and also that of the sea water at the stations off the mouth of that river, at a few stations in the Seto Inland Sea and at the station in the Strait of Hōyo were surveyed respectively, and any remarkable radioactivity could not be found out in either case.

4) The radiological contamination of laver, cultured at the mouth of the river Ashida, has not been recognized from Jan. to Feb. 1957 even when the radioactivity was detected in the river water at every rainfall. During that term the values for the amounts of radioactivity in the river water was $(0.41 \pm 0.11) \times 10^{-4}\ \mu c/l$ at the maximum value.

Acknowledgement: The writers wish to express sincere thanks to Prof. Dr. T. FUJIWARA of Hiroshima University, under whose kind encouragement these investigations were carried out. Their thanks are also due to Assistant Prof. T. IRIE of Hiroshima University for his kind co-operation given in this work. The writers are also particularly grateful to Assistant Prof. F. MATSUMOTO and Assistant Prof. T. FUJIYAMA of Hiroshima University, by whom the necessary samples of laver were given, and they are indebted to Assistant Prof. Z. TAKANAKA of Hiroshima University for his discussions about the measurements of radioactivity, and also thanks are due to Mr. S. HATA, Chief of the Sekizaki Signal Station in Ōita Prefecture, by whom the samples of the sea water at the Strait of Hōyo were collected.

Finally this work is indebted to the Ministry of Education for the research grant, for which the writers express their hearty thanks.

REFERENCES

(1) HIYAMA, Y. *et al.* State and Behavior of Fission Products in Fresh-water, Brackish-water and Marine Coastal Systems in Japan, 1954–1955. The Research in the Effects and Influences of the Nuclear Bomb Test Explosions, 1027–1065.

(2) ARASAKI, S. & NOZAWA, K. Ibid., 1041–1042.

(3) SAITO, K. & SAMESHIMA, M. 1956. Studies on the Contamination of Marine Algae by Fission Products, Memoirs Fac. Fish., Kagoshima Univ., **5**: 196–204.

(4) TANAKA, T. 1956. On the Contamination of Marine Algae by Fission Products. Ibid., **5**: 205–209.

On the Forming Season of Annual Rings (Opaque and Translucent Zones) in the Otoliths of Several Marine Teleosts

Takaaki IRIE

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Plate 1; Text-figs. 1–2; Table 1)

INTRODUCTION

Though the so-called "annual rings" in the otolith of the fishes are often used for the estimation of the age and the examination of growing process of the fishes, the forming season of the zones of these two kinds, i. e. opaque and translucent, has not been investigated clearly yet. It has been considered for some ten fishes[(1)-(16)] that in some fishes the opaque zones are formed in winter and the translucent ones in summer, while in the other fishes the opague zones are formed in summer and the translucent ones in winter.

Previously, the crystal texture of the annual rings and the distribution of calcium carbonate in the otolith of *Pseudosciaena* were investigated by the writer,[(17)] and the mechanism of formation of the annual rings has been studied. In the present study which is a continuation of the previous one, the forming season of the opaque and translucent zones in the otoliths of *Argyrosomus*, *Lateolabrax* etc. caught in the Inland Sea of Seto was clarified.

MATERIALS AND METHODS

The marine teleosts used in the present study are 398 specimens of *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN), 303 of *Lateolabrax japonicus* (CUVIER) and 136 of *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY) caught in the Inland Sea of Seto (Seto-naikai) during July 1955～June 1956. Moreover, 340 of *Pseudosciaena manchurica* (JORDAN et THOMPSON) caught in the East China Sea (the Tung-Hai) during December 1954～February 1956 were used.

The otoliths were taken out from these fishes, and then each otolith was so polished down to a thin slice (about 0.1～0.2 mm. thick), as the surface plane is perpendicular to the longitudinal axis of otolith and across its center as is shown in Text-fig. 1. These slices of otoliths were divided into monthly groups respectively by the month in which the fishes were caught, and were observed as to whether the opaque or translucent zone was in the edge of the slices.

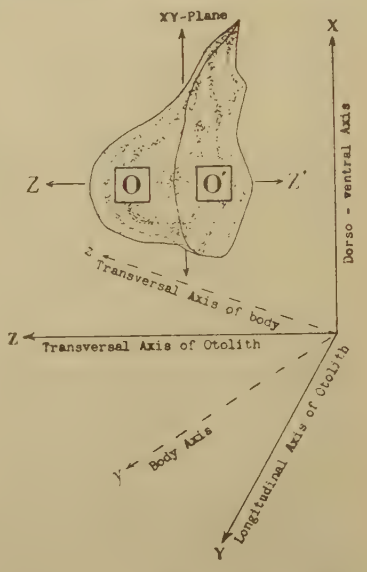
Then, in the present study, each monthly group of the otolith slices was further divided into two groups respectively by observing the condition of the edge. The first group includes the otolith slices whose edges are occupied by the opaque zones, and the second

one the slices whose edges are occupied by the translucent zones.

Now, in 1955, the writer found the significant differences of the crystal texture and patterns of annual rings between the outside half (the part **O** shown in Text-fig. 1) of a middle plane (XY-Plane in Text-fig. 1) of the otolith and the inside half (the part **O′**) of it. But in most slices, surrounding edges of both parts **O** and **O′** had been occupied by the translucent zone of the same kind or by the opaque. However, in some of the slices, there were found exceptions. Though the edge of part **O′** was occupied by the opaque band, opaque substance could not be observed in the edge of part **O** as shown in Plate 1, figs. 2 and 3. Such an opaque band along the edge of part **O′** was regarded as the opaque zone when the edge of part **O′** is occupied distinctly by the opaque substance.

In each monthly group, the number of fishes of the first group was compared with that of the second group, by obtaining the percentage of the number of the fishes of these two kinds to the total number.

From these results the forming seasons of the annual rings of two kinds were concluded.



Text-fig. 1. Cross section of otolith of *Argyrosomus*.

Perpendicular to the axis Y (longitudinal axis of the otolith) which is inclined abont 30° to the body axis y of the fish. XY-Plane which is a middle plane of the otolith, is inclined about 30° to the median plane of the fish body. Z side is the outer side of the fish body, and Z′ side is the inner side of it.

RESULTS

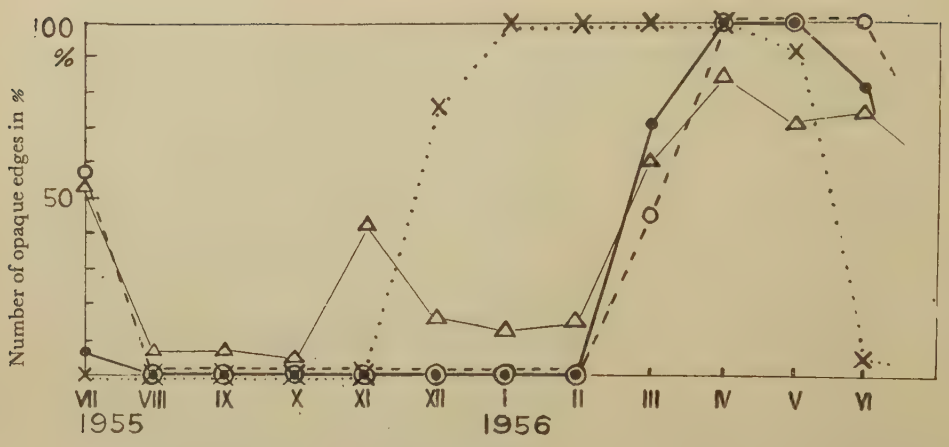
The typical behaviours of the annual rings appeared on the slices of various ages of fishes are firstly stated. The number of the fishes examined in each month and the percentages of the number of the fishes whose otolith has opaque or translucent edge to the number of each monthly group are tabulated in Table1, and are plotted in the graph as in Text-fig. 2.

(1) *Argyrosomus argentatus* (Japanese name : Shiroguchi or Ishimochi).

In these otolith slices, opaque and translucent zones in the inside half (part **O′**) of middle plane in the otolith are regularly arranged, while the zones in the outside half (part **O**) have much of irregular forms which have a number of bumpy bands as is shown in Plate 1, fig. 1. In the otoliths of the fishes (8～12 cm. in length, believed to be of the zero age from the fish length) which were caught in September and October, faint opaque portion was found often in the edge of part **O**, still the edge of part **O′** was translucent. However, in the otoliths of the fishes (above 14 cm. in length, believed to be more than one age) which were caught in the same season, such faint opaque portion could not be found. Though such a faint opaque portion was found in the edge of part **O**, in the present comparison the edge of this slice was regarded as the translucent zone, if the opaque band could not be observed distinctly in the edge of part **O′**.

Table 1. The number of the fishes examined in each month and the percentage of the number of the fishes whose otolith has opaque or translucent edge to the number of each monthly group.

Month	*Argyrosomus*			*Lateolabrax*			*Mylio*			*Pseudosciaena*		
	Number of fishes	Opaque edge in %	Trans-lucent edge in %	Number of fishes	Opaque edge in %	Trans-lucent edge in %	Number of fishes	Opaque edge in %	Trans-lucent edge in %	Number of fishes	Opaque edge in %	Trans-lucent edge in %
1955												
July	26	58	42	56	0	100	14	7	93	11	54	46
August	120	0	100	15	0	100	23	0	100	20	7	93
September	98	0	100	33	0	100	18	0	100	42	7	93
October	22	0	100	13	0	100	12	0	100	20	5	95
November	13	0	100	25	0	100	7	0	100	12	42	58
December	10	0	100	19	74	26	6	0	100	110	16	84
1956												
January	11	0	100	12	100	0	5	0	100	16	12	88
February	9	0	100	16	100	0	8	0	100	32	16	84
March	24	46	54	8	100	0	7	71	29	15	60	40
April	12	100	0	15	100	0	11	100	0	20	85	15
May	32	100	0	70	91	9	9	100	0	18	72	28
June	21	100	0	21	5	95	16	81	19	24	75	25
Total number	398			303			136			340		



Text-fig. 2. Monthly changes in the percentage of the number of the fishes whose otolith has opaque edges.

Argyrosomus
Lateolabrax
Mylio
Pseudosciaena

From Table 1 or Text-fig. 2, it can be seen that the translucent zone appears on the edge from August to February of the next year, while the opaque one from March to July. It may be said therefore that the translucent zones will be formed in August～February of the next year, while the opaque ones in March～July.

(2) *Lateolabrax japonicus* (Japanese name: Suzuki).

In the otoliths of the fishes (8～13 cm. in length, believed to be of the zero age) which were caught in July, faint opaque portion was often found in the edge. But in the fishes (believed to be more than one age) which were caught in the same season, such faint opaque portion could not be found in the edge. So, these otoliths were classified in the same manner as in the case of *Argyrosomus*.

From Table 1 or Text-fig. 2, it can be observed that the translucent zone appears on the edge from June to November, while the opaque one from December to May of the next year. Accordingly, it may be said that the translucent zones will be formed in June～November, while the opaque ones in December～May of the next year.

(3) *Mylio macrocephalus* (Japanese name: Kurodai).

Similarly to *Lateolabrax*, it may be said from Text-fig. 2 that the translucent zones will be formed in July～February of the next year and the opaque ones in March～June.

(4) *Pseudosciaena manchurica* (Japanese name: Kiguchi or Kinguchi).

In this fish, the annual zones in the inside half (part **O'**) of middle plane appear regularly, while the zones in the outside half (part **O**) appear irregularly, similar to the case of *Argyrosomus*. The opaque portions which could be hardly decided whether they are opaque zones or not similarly as in the case of *Argyrosomus* appeared, and they were classified in the same way as in the case of *Argyrosomus*.

From Table 1 or Text-fig. 2, it can be seen that the translucent zone appears on the edge much more than the opaque one from August to October, while the opaque one ap-

pears much more than the translucent from March to July. Therefore, it may be said that the translucent zones will be formed mainly in August～October, while the opaque ones mainly in March～July. In many specimens of *Pseudosciaena* caught in November～February of the next year, the edges were occupied by also opaque zones though they were narrow in these portions. Accordingly it can be considered that the opaque zones will be formed throughout the year except August～October, and that the formation of the annual zones in the otolith of *Pseudosciaena* and the form of the zones will be changed by the condition of the living environment.

In the otoliths of *Pseudosciaena* which was caught in December and was believed to be of zero age from the scales and fish length (9～13 cm.), a clear but narrow opaque band was observed between the center and the edge of part **0**. Perhaps these narrow opaque bands might be formed in September～October similar to *Argyrosomus*, but it can not be said directly, because young *Pseudosciaena* believed to be of zero age could not be caught in this season.

(5) Forming season

According to the results above stated, it can be seen that, when the translucent zone or opaque zone begins to form in the otolith, only the same kind of zone will be formed continuously for a couple of month. Then only the other zone will be formed instead of the former one for a next couple of month, viz. one translucent zone and one opaque zone is alternately formed, and these two different zones are formed completely in one year, excepting the cases of *Pseudosciaena* and also zero-age fishes.

Moreover, the translucent zones are formed mostly from summer to autumn, the and opaque zones from winter to spring of the next year, but in most cases in spring.

It was made clear previously by the writer that calcium carbonate which is the main constituent of the otolith is contained more abundantly in the translucent zone than in the opaque one, and that a kind of organic substances is contained more abundantly in the opaque zone than in the translucent one. It is very reasonable that the translucent zones (which contain calcium carbonate abundantly) are formed mostly during summer～autumn, in which season the fishes are generally considered to be active, and that the opaque zones (which contain a small amount of calcium carbonate and a large amount of organic substances) are formed from winter to spring of the next year, mostly in spring, when the fishes are considered to be inactive. The mechanism of the formation of annual rings which are formed by deposition of calcium carbonate containing in the food or environmental sea water, is not yet clear, but now it is being studied.

From the data obtained above, it is clear that the status of the formation of the annual rings is different between the fishes of two kinds, *Pseudosciaena* (the East China Sea) and the others (the Inland Sea of Seto); viz. (1) the annual rings are quite conspicuously shown in the latter than in the former, (2) the percentage of the number of fishes in which the edge of otolith is margined by the opaque or translucent zones is sharply demarcated seasonally in the latter than in the former.

CONCLUSIONS

According to these results obtained in the present study, the following conclusions have

been led.

(1) The translucent zones in the otolith of these fishes are formd generally from summer to autumn, and the opaque ones from winter to spring of the next year.

(2) Accordingly, calcium carbonate is mostly deposited on the surface of otolith abundantly from summer to autumn during which period the fishes are generally considered to be active and to take food vigorously. However, a small amount of calcium carbonate and a large amount of organic substance are deposited from winter to spring (mostly in the spring), during which period the fishes are considered to be inactive and to take little food.

(3) In the otolith of *Argyrosomus*, *Lateolabrax* and *Mylio*, one translucent zone and one opaque zone are distinctly formed each year, except the otolith of *Pseudosciaena*. Therefore, these zones can be used for the estimation of age of the fishes in the same way as in the zones of scales. In the case of *Pseudosciaena*, sometimes the two zones are formed in the same period, though the depositing power of two zones is different.

(4) Perhaps, such difference between *Pseudosciaena* in the East China Sea and the other fishes in the Inland Sea of Seto may be caused by the status of environmental sea water.

SUMMARY

The forming season of annual rings, i. e. translucent and opaque zones, in the otoliths of marine teleosts *Argyrosomus*, *Lateolabrax* and *Mylio* caught in the Inland Sea of Seto and *Pseudosciaena* caught in the East China Sea, have been made clear as follows:

(1) The translucent zones in the otolith of these fishes are formed generally from summer to autumn, and the opaque ones from winter to spring of the next year.

(2) Accordingly, calcium carbonate is deposited abundantly on the surface of otolith during summer～autumn, while it is scantily deposited during winter～spring.

(3) The translusent and opaque zones in the otolith of *Argyrosomus*, *Lateolabrax* and *Mylio* can be used for the estimation of age. But the zones of *Pseudosciaena* must be used carefully for this purpose.

(4) The status of the formation of the annual rings is different between *Pseudosciaena* in the East China Sea and the others in the Inland Sea of Seto.

Acknowledgement: The writer wishes to express his sincere thanks to Prof. Dr. T. FUJIWARA (Faculty of Science, Hiroshima University), under whose kind encouragement this study was carried out. Thanks are also due to Assist. Prof. Y. MURAKAMI and Assist. Prof. K. KITAGAWA (Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima Univ.), by whose hearty co-operation many young fishes could be collected. The present study was supported by the Scientific Research Expenditure of the Ministry of Education.

REFERENCES

(1) DANNEVIG, A. 1933. On the Age and Growth of the Cod (*Gadus callarias* L.) from the Norwegian Skagerrack Coast. Rep. Norw. Fish. Mar. Invest., **IV**: 1, 1～145.

(2) HICKLING, C. F. 1933. The Natural History of the Hake. Part IV Age-Determination and the Growth-Rate. Fish. Invest. Ser. II, **XIII**: 2, 1～120.

(3) ISHIDA, R., KITAKATA, M. & ISHIGAKI, T. 1950. Studies on the Age of Flat-fishes in Hokkaido. (1) *Atheresthes evermanni* JORDAN & STARKS. Sci. Paper of the Hokkaido Fish. Sci. Inst., **7**: 95～105.

(4) ———— 1952. Same as above. (2) *Clidoderma asperrium* TEMMINCK & SCHLEGEL. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., **3**: 31～42.
(5) ISHIDA, R. & KITAKATA, M. 1953. Studies on the Age Determination of Flat-fishes in Hokkaido. (3) *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT). Ibid., **8**: 63～84.
(6) SATO, S. & KAGA, Y. 1952. Studies on the age of *Sardinia melanosticta*. paper 2. Ibid., **3**: 43～52.
(7) KASAHARA, K. 1953. A study on the Age and the Growth of *Microstomus stelleri* SCHMIDT. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., **2**: 37～48.
(8) ———— 1955. A Study on the Age of *Atheresthes evermanni*. Ibid., **4**: 147～155.
(9) HASHIMOTO, R. 1955. Studies on the Age of *Tanakius kitaharae* (JORDAN & STARKS). Ibid., **4**: 156～164.
(10) ISHIDA, T. 1954. On the Age Determination and Morphometrical Differences of the Otolith of Alaska Pollack in the Hokkaido Coast. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., **11**: 36～67.
(11) ———— 1957. On the Population of Alaska Pollack in the South-West Coast of Hokkaido, with Special Reference to the Otolith Study. Ibid., **16**: 63～69.
(12) YOSHIHARA, E. 1955. On the Rings Appearing on the Otolith of one Form of the Japanese Mackerels. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **21**: 214～217.
(13) BRATBERG, E. 1956. On the Interpretation of the Opaque and Hyaline Zones in the Otoliths of Immature Redfish (*Sebastes marinus* L.). Journ. d. Conseil. **XXII**: 66～74.
(14) HAGA, S., ISHIDA, T., MIKAMI, S. & TANINO, Y. 1957. Growth and Age Determination of "Komai", *Eleginus gracilis* (TILESIUS). Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., **15**: 23～28.
(15) SUGAMA, K. 1957. Analysis of Population of the Saury (*Cololabis saira* BREVOORT) on the Basis of Character of the Otolith-I. Ibid., **16**: 1～12.
(16) KITAKATA, M. 1957. Fishery Biological Studies of Sand- lance (*Ammodytes Personatus* GIRARD) in Waters Around Hokkaido-II. On the age and growth. Ibid., **16**: 38～48.
(17) IRIE, T. 1955. The Crystal Texture of the Otolith of a Marine Teleost *Pseudosciaena*. This Journal, **1**: 1～8.

EXPLANATION OF PLATE 1

Fig. 1. Photomicrograph of the otolith slice of one-age *Argyrosomus* caught in September. The edge of this slice is occupied by the translucent zone. (9 ×).
Fig. 2. Photomicrograph of the otolith slice of four-age *Argyrosomus* caught in April. The edge of part **0′** is occupied by the opaque band. But in the edge of part 0, it can not be found. (9 ×).
Fig. 3. Photomicrograph of the otolith slice of four-age *Lateolabrax* caught in March. The edge of part **0′** is occupied by the opaque zone. But in the part **0** it is hard to find the zone. (9 ×).
Fig. 4. Photomicrograph of the otolith slice of two-age *Mylio* caught in February. The edge of part 0′ is occupied by the translucent zone. But in the part **0**, it is hard to find the annual zones. (18 ×)

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

The Role of Testicular Hyaluronidase in Spermatogenesis of Mammals

Jinshin YAMANE[1] and Takao KASHIWABARA[2]

Laboratory of Animal Genetics and Physiology of Reproduction, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Tables 1–2; Pls. 1–3; Text-fig. 1)

CONTENTS

I. Introduction 321
II. Materials and methods 322
III. Results of experiments 323
A. Observations in mice 323
1. Condition of animals 323
2. Histological 323
3. Cytological 324
B. Observations in rabbits 325
C. Fertility tests on the male mice treated with hyaluronidase 325
D. Demonstration of antibodies produced by hyaluronidase injections 327
IV. Discussion 329
V. Summary 332
VI. References 333
VII. Explanation of plates 334

I. INTRODUCTION

In earlier papers of the senior author on artificial insemination *in vitro* with rabbit ova, it was reported that spermatozoa showed a twofold action consisting in dispersing sticky follicular cell-mass surrounding the ovum and activating the second maturation division of it (YAMANE, 1930; 1935 a & b; 1937). The causative agent for these two phenomena was experimentally deduced to be a proteolytic enzyme presumably of the trypsin group. The steps by which this conclusion was drawn were as follows:

1. The spermatozoon living or killed with toluene contains a substance, the action of which appears in the dispersion of follicular cell-mass surrounding the corona radiata and loosening the cells of the latter.
2. This active substance can be isolated by extraction from the spermatozoa with Tyrode solution. It is active in an alkaline medium, thermolabile and adsorbed by kaolin, showing the nature of tryptic ferment.
3. The formation of the second polar body in the ripe ovum is dependent on the penetration of the spermatozoon into it.
4. The formation of the second polar body can artificially be induced by treating the unfertilized ovum with pancreatin.
5. The above two phenomena can also be caused by heterologous spermatozoa, hence the reaction is of species non-specific nature.

The detachment of the follicular cell-mass from the ovum by the action of spermatozoa reaching it, was observed by LONG (1912) in the mouse, PINCUS (1930), and PINCUS &

1) Present Address: Hiroshima Agricultural College, Saijō, Hiroshima Prefecture.
2) Present Address: Faculty of Agriculture, Ibaraki University, Ami-cho, Ibaraki Prefecture.

ENZMANN (1932) in the rabbit, but these authors did not make any statement concerning the agent responsible for it. As regards the formation of the second polar body following the penetration of spermatozoon into the ovum, PINCUS & ENZMANN (1932; 1936) and PINCUS (1936) confirmed this with rabbit ova *in vitro*. Nevertheless, no worker in this field has so far shown any particular concern on the problem of the relationship between the polar body formation and the enzyme.

On the other hand, it was discovered by DURAN-REYNALS (1928; 1929) that testicular extract has an enhancing action on the development of vaccine virus, and this enhancing agent, later known as spreading or diffusing factor, was shown by HOFFMAN & DURAN-REYNALS (1931) and MCCLEAN (1931) to be associated with the spermatogenic cells or spermatozoa. A decade had elapsed before MCCLEAN & ROWLANDS (1942), and FEKETE & DURAN-REYNALS (1943) proved with tubal ova of the rat and the mouse respectively that the spreading factor in spermatozoa should be identical with hyaluronidase, suggesting also that the gel enclosing the ovum would be hyaluronic acid. Ever since, testicular hyaluronidase has called forth not only academic interest but also attention of gynecologists and animal breeders in relation to the promotion of fertility.

However, the present knowledge on the role played by this enzyme is exclusively confined to its hydrolysing effects on the hyaluronic acid in the ground substance of the mesenchyme. As far as the reproductive process is concerned, hyaluronidase has been known only as the spreading factor for the follicular cell-mass surrounding the ovum at fertilization. Since it has heen known that in some mammals, the ovum at ovulation is devoid of such a cell-mass (cit. from PARKES, 1952, p. 18), nevertheless, hyaluronidase is present in the testes of the male belonging to the same species, there seems still to be no evidence on the proper action of this enzyme. On the other hand, the intracellular activity of the sperm enzyme as revealed in the aforesaid experiments on the dependence of polar body formation seems to show some relation with the real role of the hyaluronidase. Having been confirmed by YAMANE that the alleged "proteolytic" enzyme released from spermatozoa is identical with hyaluronidase (Pl. 1, figs. 1–3), and based upon the finding of LEONARD & KURZROK (1945) that testicular hyaluronidase can act as an antigen, the present experiments were carried out to find antigenic effects of the hyaluronidase, on the male germ cells by means of antigen-antibody reaction. If this is the case, the bearing of the hyaluronidase upon the physiology of mammalian reproduction will be clarified.

II. MATERIALS AND METHODS

In the present experiments mice of a pure strain interbred for more than ten generations were employed to eliminate familial variation whereas rabbits were of an ordinary strain, both having been raised in our laboratory. The injections were carried out with sexually matured males for which fertility had been proved beforehand. The hyaluronidase used as an antigen was a highly purified bull testis preparation with a commercial name of "Sprase," MOCHIDA[1] which was prepared according to the process of MANDINAVEITIA & QUIBELL (1940) and MANDINAVEITIA (1941) and assayed 5,000 V.U.M. (Viscosity

1) This enzyme preparation was supplied to us by MOCHIDA Pharmaceutical Mfg. Co., Ltd., Tokyo, to whom we express our gratitude.

Reducing Unit of MOCHIDA[2]) in an ampulla content as evaluated by the "half-viscosity-level" method. "Sprase" is an amorphous white substance and soluble in water. In a dried condition it is very stable and preservable for a fairly long period without reducing the enzyme power. An ampulla content of 1.0 mg. of this enzyme preparation approximately equivalent to 5,000 V.U.M., was dissolved in 1.0 ml. of physiological saline solution and directly after dissolution injected subcutaneously, sometimes in a constant dose, sometimes in an ascending dose.

The injection was made to 13 mice and 5 rabbits with intervals of 5 to 7 days to attain 7,500 to 45,000 V.U.M. to a mouse and 30,000 to 60,000 V.U.M. to a rabbit in a total accumulated dose, whereas the duration of treatment varied 23 to 31 days for both the species. Testis removal occurred either bilaterally or unilaterally at a different interval. For microscopical examination, the testicular tissue was fixed in Bouin's picroformol solution, and prepared by the usual paraffin section method, cutting through in thickness of 10 μ and stained with Heidenhain's iron-haematoxylin. Sometimes, stamp preparations of cut surface of the testis were employed with application of Giemsa's dye.

In parallel to the fractional injections the fertility tests on mice and rabbits treated were carried out in order to check the spermatogenic activity of testes.

III. RESULTS OF EXPERIMENTS

A. Observations in Mice

1. Condition of Animals

In conformity with the findings of SEIFTER (1950) and TISLOW & CHASE (1950) most animals treated here showed no toxicity of testicular hyaluronidase inspite of its repeated injections for a long period and in a fairly high dosage; no constitutional symptom was observed and the postmortem results revealed also macroscopically no perceivable damage to the internal organs. The body weight remained unchanged or even slightly increased except a few mice (Nos. 11, 12, 13) on which the highest dose was administered.

2. Histological

In the majority of cases, the size of testes in mice injected with hyaluronidase was apparently not different from those of untreated individuals. Histological observations revealed also generally neither hypertrophy nor hypotrophy of the testicular tissue even after three months following the last injection. In some cases (Nos. 2, 3, 12), however, a slight shrinkage of seminiferous tubules occurred, their caliber measuring 160–180 μ against 200–220 μ of that of the normal tubules. On the other hand, the spermatogenic epithelia of tubules showed strikingly degenerative changes although the degree of damage varied greatly at different doses and different post-treatment periods. It was noteworthy that in two mice (Nos. 2, 10), which received a total dose of 7,500 V.U.M. and 40,000 V.U.M. of "Sprase" respectively, a remarkable thinning or even disappearance of the basement membrane of tubules occurred in places. The interstitial cells exhibited as a rule very few

2) V.U.M. is a unit for the hyaluronidase commonly used in Japan. In the viscosity assay, 500 v.r.u. of American preparations "Wydase" (WYETH Inc.) and "Alidase" (SEARLE Co.) are approximately equivalent to 2,000 V.U.M. of "Sprase".

alterations at any dose or interval but exceptional cases showed their increase more or less in number. In one example (No. 7) a cyst formation accompanying the pronounced slackiness of seminiferous tubules was observed.

On the whole, however, it may be said that the effect of hyaluronidase injection on the testicular tissue was not so conspicuous as cytological changes within the spermatogenic epithelia of tubules.

3. Cytological

It was found in a number of cases that a remarkable disorganization in spermatogenic epithelia occurred (Pl. 1, fig. 4). In the degree of damage, however, a considerable variation was found depending on the dosage and the post-treatment interval until the testis removal. It was noted in the first place that the interval between the last injection and the testis removal played a great role even in one and the same individual. In the mouse No. 4, for example, on the 5th day following the last injection the left testis showed yet no abnormality in spermatogenesis except appearance of some karyorrhexis in spermatids, whereas a remarkable disorder manifested themselves in spermatogenic layers of the right testis which was examined at 11 days after the last injection (Pl. 2, figs. 10, 11).

Generally speaking, the conspicuous disorganization of tubules was found approximately during 10 days covering the 10th to 20th day after the the last injection, and thereafter the damaged tubules were gradually in restitution. There was a direct evidence for recovery in the mouse No. 8 which showed partially normal spermatogenesis after a span of 6 weeks following the last injection, despite the fact that this animal had received hyaluronidase injection of the highest dose administered in this experiment totalling 45,000 V.U.M. Thus the span from the 10th to 20th day after the cessation of injections seemed to be the most sensitive period for the spermatogenic cells. During this period, lack of meiotic divisions or meiotic irregularities as pycnosis, tripolar divisions, chromosome bridging etc. in the spermatocytes (Pl. 1, figs. 5, 6, 7), pycnotic changes together with nuclear fragmentation of spermatids resulting further in debris formation, karyorrhexis and karyolysis of the spermatids (Pl. 1, fig. 8; Pl. 2, fig. 12) were prevailing phenomena throughout the damaged part of the testis. As a natural consequence, a remarkable decrease in number of intratubular spermatozoa and in extreme cases their entire disappearance followed; also the agglutination of sperm heads was not unusual (Pl. 2, fig. 15). It was noteworthy that two-, three- or more nucleated cells, sometimes giant cells containing more than ten, not exactly countable, nuclei were observed (Pl. 2, fig. 14). Since these multinucleated or giant cells contained nuclei very similar to the nucleus of the spermatid in size, form and staining, they can be taken for multinucleated or giant spermatids. Also spermatids with a giant sperm head could be sporadically met with (Pl. 1, fig. 9). Karyorrhexis accompanying the hyperchromasy of the cytoplasm was another type of degeneration in the multinucleated spermatids. A peculiar feature was sporadic occurrence of giant prophase in the primary spermatocytes which made a strong support for the unicellular origin of the said multinucleated or giant spermatid (Pl. 2, fig. 16). Thus, the meiotic irregularities so far found resembled more or less closely those caused by various artificial means as application of heat and radiomimetic drugs, experimental cryptorchism etc.

The spermatogonia proved to be the most resistant among spermatogenic cells aganist

the hyaluronidase injection, because in the majority of cases they appeared practically unaffected, except a case (No. 12) where a remarkable hydropic degeneration took place throughout the whole epithelia (Pl. 3, fig. 17), showing very similar figures observed by LAGERLÖF (1934) in sterile bulls with hypoplastic testes. More resistant was the Sertoli cell; it showed no response to the injection at any dose.

At last, it may not be out of place to state here, that the inactivated hyaluronidase solution kept at 60°C for half an hour is likewise effective, if not so extensive as a fresh one. This showed that the meiotic abnormalities caused by the hyaluronidase injection are not merely due to the enzyme-substrate reaction.

B. Observations in Rabbits

Within a short period of the 10th to 20th day after the last injection, disorganization of seminiferous tubules was observed if not so extensively as in mice above described. This is undoubtedly due to the relatively small dose of hyaluronidase administered; to give this enzyme preparation corresponding to the body weight of the rabbit in the same proportion as in the mouse was not possible for us merely because of economic reason. In principle, however, injuries as abnormal divisions of spermatocytes, multinucleation and pycnosis of spermatids, strikingly diminishing of intratubular spermatozoa etc. did not differ from those found in the mouse (Pl. 3, figs. 18, 19)

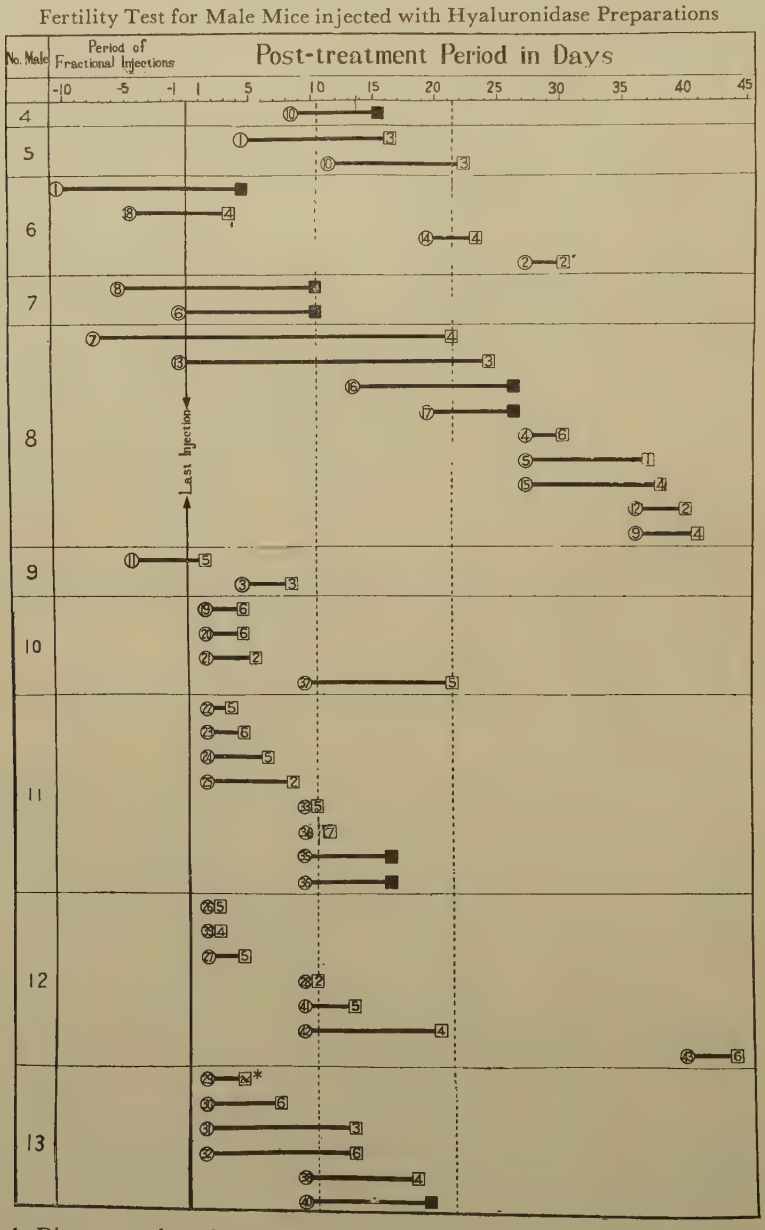
A more striking and prevalent feature was the agglutination of spermatozoa within the tubules showing the production of agglutinins which were detectable in the serum obtained after three months following the final injection (Pl. 3, fig. 20).

C. Fertility Tests on the Male Mice Treated with Hyaluronidase

In order to test the fertility of male mice subjected to injections of testicular hyaluronidase, one or more females of known fertility were added to each cage of 10 males at varying times before and after the termination of injection and allowed to stay there continuously. In this test, when a female had passed a span of time (4–5 days) including at least one estrous cycle (12–28 hours) with a male without following parturition, this male was judged to have been infertile during the period of cohabitation, although it may have been due either to the incapability of mating or to the sterility of the male. In those females which bore the young, the date of fertilization was estimated by counting backward from that of parturition, assuming that the duration of pregnancy was 20 days. The results of mating experiments are shown in the form of graphs in Text-fig. 1.

At an inspection of this figure, if not conclusive by itself, it would seem that the injection of testicular hyaluronidase into male mice remarkably delayed fertility without completely stopping it for a certain period, i. e. about 10 to 20 days after the cessation of treatment. Before this period, on the contrary, the treatment had exerted but little or practically no effect on the fertility of the male. On the whole, this finding seems to be consistent with the results of microscopical examinations of the testes of treated animals from which we learned that disintegrative changes of the seminiferous tubules were most noticeable during the aforesaid period. With regard to the number of the young produced, the effect of hyaluronidase injections was not perceivable until about 10 days after the last injection, whereas in a span from 10 to 20 days following this period the decrease of the size of the

litter was conspicuous (Nos. 5, 12, 13) and this continued still later (Nos. 5, 6, 8). Thus, in view of the litter size, the injection effect of hyaluronidase was again clearly shown.



Text-fig. 1. Diagram to show the partial infertility of the male mice injected with hyaluronidase preparations.

Notes. A circle represents a female mate with its serial number. A white square denotes the date of fertilization estimated by counting backward from that of parturition; the figure shows a size of litter. A black square indicates the infertility judged for the female in which the cohabitation extended over more than one oestrous cycle without subsequent pregnancy. A heavy transversal line denotes a duration of cohabitation. A span of infertility period is shown by two vertical dotted lines.

* The figure $2+\alpha$ means that the youngs excepting two were devoured by their mother before inspection.

D. Demonstration of Antibodies Produced by Hyaluronidase Injections

In the previous article it has been shown that male germ cells of both the animals, mouse and rabbit, react to the "Sprase", a testicular hyaluronidase of bovine origin, repeatedly injected, resulting in a meiotic abnormalities of germ cells and even fragmentation of nuclear material. These findings suggest that it might concern with antigen-antibody reaction, inasmuch as it has been known that hyaluronidase and the proteins associated with it are antigenic to some extent (LEONARD & KURZROK, 1945) despite the observations of DURAN-REYNALS (1932), MCCLEAN (1936) and MCCLEAN & HALE (1941). To test this possibility two series of experiments were performed with blood sera prepared from three rabbits subjected to injections (Nos. 1, 2, 3) on the 10th day after the last injection. The detection of antibody of hyaluronidase was carried out as follows: Every 0.5ml. serum

Table 1. Inhibitory effect of the antihyaluronidase-sera on the follicle cell-dispersing capacity *in vitro* of hyaluronidase (500 V. U. M.)

Mixtures of serum and "Sprase" (500 V.U.M.)	0.5 cc. of serum of immunized buck No. 1 + 0.05 cc. of "Sprase"	0.5 cc. of serum of immunized buck No.2 + 0.05 cc. of "Sprase"	0.5 cc. of serum of immunized buck No.3 + 0.05 cc. of "Sprase"	0.5 cc. of serum of a non-immunized buck (control) + 0.05 cc. of "Sprase"
Tubal eggs	TE 592	TE 594	TE 595	TE 593
15 min.	No change	No change	No change	Disintegration of FCM beginning
20 min.	〃	〃	〃	FCM dispersed completely, the egg being released from it; contour of the egg cell indistinct (Pl. 3, fig. 23)
1 hr. 15 min.	〃	FCM slightly loosened but not yet dispersed	FCM fairly loosened; its peripheral parts broken down in numerous pieces	———
1 hr. 50 min.	〃	〃	A great part of FCM dispersed, thence the egg liberated perfectly	———
4 hrs.	〃	〃	FCM completely dispersed but corona radiata adhered to the egg in a more thicker layer than that of TE 593 in the normal serum; the egg showed a zig-zag outline	———
6 hrs.	FCM underwent no disintegration still now but more or less transparent; the egg shrank markedly (Pl.3, fig. 21)	FCM completely dispersed but a thick layer of str. granulosum and corona radiata adhered to the egg; precipitin reaction occurred but vitelline membrane distinctly visible (Pl.3, fig.22)	———	———

N.B. FCM = Follicular cell-mass. TE = Tubal eggs.

taken from three immunized rabbits and from a non-immunized rabbit was mixed with 0.05 ml. "Sprase" solution of 1,000 and 500 V.U.M. in a hollow slide with a depression of 23 mm in diameter and 3 mm in depth. Each four mixtures in two series of experiments were at first incubated for 30 minutes at 37°C and then the capacity of antisera and normal serum to inhibit the activity of "Sprase" was compared. Fresh rabbit ova recovered from oviducts at $10\frac{1}{2}$ to $13\frac{1}{2}$ hours after sterile matings were used for this purpose. Since unfertilized ova thus obtained are without exception surrounded by a follicular cell-mass which can easily be dispersed by "Sprase", the length of time for complete dispersion at a

Table 2. Inhibitory effect of the antihyaluronidase-sera on the follicle-cell dispersing capacity *in vitro* of hyaluronidase (1,000 V. U. M.)

Mixtures of serum and "Sprase" (1,000 V.U.M.)	1.0 cc. of serum of immunized buck No.1 + 0.05 cc. of "Sprase"	1.0 cc. of serum of immunized buck No.2 + 0.05 cc. of "Sprase"	1.0 cc. of serum of immunized buck No. 3 + 0.05 cc. of "Sprase"	1.0 cc. of serum of a non-immunized buck (control) + 0.05 cc. of "Sprase"
Tubal eggs	TE 596	TE 597	TE 598	TE 599
30 min.	FCM was perfectly in a gel condition; a strong precipitin reaction occurred thence the egg hardly visible	FCM slightly loosened; no precipitin reaction occurred	FCM fairly loosened; no precipitin reaction	Complete dispersion of FCM; the egg liberated; no precipitin reaction
45 min.	FCM very viscous still now	FCM dispersed but imperfectly; no precipitin reaction	Dispersion of FCM perfect; no precipitin reaction	———
1 hr. 15 min.	FCM turned yellowish in color without changing its initial form whereas the precipitates appeared whitish; a brownish mass within the egg clearly visible	———	———	———

NB. FCM = Follicular cell-mass. TE = Tubal eggs.

certain enzyme concentration could be taken as a criterion for finding out inhibitors by incubating ova introduced into the above mentioned mixtures at 37°C, kept damp and observing under the phase-contrast microscope from time to time. The observations were repeated with consistent results and it will be sufficient to show Tables 1 and 2 giving the results of two typical experiments in detail.

It will be seen that there is a definite suppression of the immediate dispersion of the follicular cell-mass due to "Sprase" in all three immunized rabbits of both the series, although the degree of suppression varies according to the enzyme potency employed (compare Tables 1 and 2). At no time the normal serum could exert any inhibitory influence on "Sprase" action (Pl. 3, fig.23). In their inhibitory effects three antisera differed somewhat as Table 1 shows; the follicular cell-mass in antiserum No. 1 remained undispersed more than 6 hours after incubation whereas in antisera Nos. 2 and 3 it was completely dispersed within 6 and 4 hours respectively (Pl. 3, figs. 21, 22). This may be probably attributed to constitutional factors of different individuals. Further, it is remarkable that in some antisera,

if not always, so strong precipitin reaction could be demonstrated under the microscope, that the whitish precipitates made the egg hardly visible.

The evidence that antiserum produced in the rabbit as a result of repeated injections of the bovine testicular hyaluronidase inhibits the dispersal activity of this enzyme on follicular cell-mass is quite revealing that the said enzyme acts as an antigen and its antigenicity is species non-specific.

According to HOBBY *et al.* (1941) the hyaluronidase of bacterial origin has antigenic properties but its antigenicity is strictly specific. In this point of view, there is a marked difference between the testicular and the bacterial hyaluronidase.

IV. DISCUSSION

It was found that the repeated injections of bovine testicular hyaluronidase to the male mouse and rabbit resulted in a pronounced testicular degeneration involving the disintegration of germ cells. Among these cells the spermatocytes and the spermatids were specially subjected to damage whereas the Sertoli cells and the spermatogonia remained unaffected. The intratubular spermatozoa showed morphologically no damage; their decrease in number or their entire lack was to be seen as a result of affection of their antecessors. As regards the intertubular tissue, the interstitial cells seemed to be most resistent to the treatment.

It is remarkable that the results of cytological observations in the present experiments, except some particular figures, resemble many traits observed by NAKAMURA & MAKINO (1950) on the artificially produced cryptorchid rats. Since, however, in all animals experimented upon here the testes were found in normal scrotal position, these spermatogenic disturbances cannot be attributed to the cryptorchid condition caused by the injection of foreign materials, contrary to the opinion of QUICK (1926), inasmuch as such cytological damages, consistent with temporary infertility, took place only for a short period ranging approximately from 10th to 20th day following the last injection. Further, a parallel occurrence of the same phenomenon in the mouse and the rabbit treated with the hyaluronidase makes also any familial disposition unjustifiable. It is, therefore, legitimate to infer that there should have been a causative relationship between the activity of hyaluronidase injected with and the degenerative changes of germ cells. With regards to limited susceptibility of spermatogenic cells to hyaluronidase injection, there are two possibilities to be considered, either an enzyme-substrate reaction or an antigen-antibody reaction.

When the dose of hyaluronidase was exceedingly high, the enzyme acted to a certain degree upon the intratubular connective tissue and the basement memberane, the fibrous tissue being dissolved. As far as meiotic irregularities concerned, however, the hyaluronidase solution which had been inactivated by heating to 60°C for half an hour was found to be likewise effective to a certain extent. Therefore, it does not seem likely that the meiotic abnormalities above described were caused by a direct enzymatic action of the hyaluronidase injected. On the other hand, the antigenic effects of bovine testicular hyaluronidase upon the spermatogenic cells were so much the more likely as its antigenicity could be definitely demonstrated. It was proved that the sera of rabbits, that had been injected with bovine testicular hyaluronidase, inhibited the dispersal action on follicular cells of

the enzyme used for immunization. The species non-specificity of testicular hyaluronidase in its antigenicity was thus fully established, confirming the results found by LEONARD & KURZROK (1945) on rats.

Needless to say, the fact that the antigenic effect of testicular hyaluronidase on the spermatogenesis is not species-specific but cell-specific or, strictly speaking, phase-specific and confined exclusively to spermatocytes and spermatids, reveals the presence of the homologous antigen i.e. hyaluronidase in these cells. However, the problem whether the inhibition of activity of this enzyme can be a single agent responsible for all degenerative changes of male germ cells observed should be in the first place examined; there can be numerous antigens to be considered because of incompleteness of purification of the enzyme preparation employed. HENLE *et al.* (1938) succeeded, by means of sonic vibration followed by centrifugation, to break the spermatozoa of several mammals into heads and tails and they found by using the two components separately as antigens that there are head-specific and tail-specific antigens, both of which are thermolabile and that there is a species-specific, thermostable antigen which seems to be common to both heads and tails. However highly a testicular extract may be purified, it is not possible at the present condition of our technique to isolate each antigen separately; we have to content ourselves with indirect deduction from the experimental data obtained.

As a result of injections of bovine testicular hyaluronidase, there occurred agglutinins, presumably of species non-specific nature, in the antisera of both the mouse and the rabbit; this was definitely demonstrated not only *in vitro* but also *in vivo*, i.e. within the seminiferous tubules showing the agglutinated masses of spermatozoa of varying sizes according to their potency. Since the normal spermatogenesis returned in about 3 to 6 weeks after the cessation of injections whereas agglutinins were still detectable in the antiserum for over three months, it is reasonable to assume that there is no correlation between sperm agglutinins and spermatogenic irregularities. In one case (Table 1, TE 594 ; Pl. 3, Fig. 22), there occurred a strong precipitin reaction exhibiting the turbidity of the mixture detectable in a depression slide with the phase-contrast microscopy, yet the inhibitory effect was seen in all mixtures quite independently from the degree of turbidness. The precipitin reaction of this kind, therefore, does not appear to be related particularly to any of the spermatogenic abnormalities. Formation of lysins was not able to demonstrate directly.

Since the publication of pioneer works of LANDSTEINER (1899) and METSCHINIKOFF (1899), numerous investigators have contributed to the knowledge of sperm antibodies or spermatotoxins, which can be produced by injecting spermatozoa, testis material or testicular extract and act more or less toxic for the homologous and heterologous germ cells, or male or female gonads, showing sometimes immobilization or agglutination of spermatozoa, sometimes partial or complete sterility of male or female, although the results obtained are not always unanimous (MOXTER, 1900; DE LESLIE, 1901; TAYLOR, 1908; DUNBAR, 1910; DITTLER, 1920; DERVIUX, 1921; GUYER, 1922; TSUKAHARA, 1922; MCCARTNEY, 1923; HEKTOEN & MANLY, 1923; KENNEDY, 1924; FOGELSON, 1926; BASKIN, 1932; GUYER & CLAUS, 1933; HENLE *et al.*, 1938; LEONARD & KURZROK, 1945; FEWSON, 1955).

For producing spermatotoxins against testicular extract, nucleoprotein is the most plausible constituent to be considered as antigen because of its high content in the bull testis.

However, degenerative changes of spermatogenic cells cannot be ascribed to its antigenicity, though traceably present, in view of the fact that GUYER & CLAUS (1933) could not find any abnormal spermatogenesis in a male rat subjected to injections of purified testicular nucleoprotein.

Viewed in these ways, it leads naturally to the conclusion that the disintegrations of spermatogenic epithelia particularly meiotic irregularities are results of toxic action of antibody which is formed against the testicular hyaluronidase administered; hence anti-hyaluronidase might have played a part of heretofore known spermatotoxins.

We have now to interpret the mechanism involved in such a relationship between spermatogenic abnormalities and antigenic effects of hyaluronidase. It is well known that hyaluronidase is an enzyme which hydrolyses the mucopolysaccharide, i.e. hyaluronic acid, a highly polymerized and strikingly viscous compound. Strictly selective reaction of antihyaluronidase to spermatocytes and spermatids is an evidence that the enzymatic activity of hyaluronidase, presumably released from nucleus or chromosome of these cells, must be first initiated at the period of meiotic divisions; thus the *locus in quo*, wherefrom testicular hyaluronidase is produced, has been pursued and confirmed, whereas the spermatozoon seems to be transporter of a gene producing this enzyme. At present, we know very little of the chemical properties of the cytoplasm of mammalian germ cell, much less of the underlying metabolic process associated with the cell division, but in view of its specific biological function the incomparable complexity of chemical composition of the cytoplasm at the maturation stages is highly probable, and the hyaluronic acid may play a part as a constituent of it, presumably serving for anaerobic glycolysis of the host cell which is subjected to successive divisions and sooner or later to be isolated from the germinal epithelium and hence necessitates the means of its independent subsistence for a while. Through accumulation of the hyaluronic acid, the viscosity of the cytoplasm would naturally become so high that the meiotic divisions might be troubled or stopped completely if this compound of high molecules could not be broken down in advance. This breakdown activity prior to glycolysis is the just mission of corresponding enzyme, hyaluronidase. Results of our cytological observations reflect indeed the effects of suppressing the activity of this enzyme due to antibody; frequent occurrences of multinucleated and giant cells of unicellular origin are undoubtedly the consequences of nuclear divisions without accompanying cytoplasmic divisions, figures of arresting at metaphase or of multipolar divisions (most commonly tripolar divisions) or of chromosome bridging are manifestations in aggravated karyokinesis, and several nuclear degenerations as pycnosis, karyorrhexis, karyolysis and debris formations exhibited in spermatocytes and spermatids indicate the cytocidal effects of anti-hyaluronidase.

In this view, any inhibitor acting on hyaluronidase within the testis, be it antibody, be it physical or chemical agent, may be responsible for inducing meiotic irregularities or some types of sterility. For example, sterility or spermatogenic disorder caused by experimental cryptorchism (MOORE, 1924; NAKAMURA & MAKINO, 1950), exposures of testis to the infra-red rays (CUNNINGHAM & OSBORN, 1929; GUYER & CLAUS, 1933) or to high temperatures (MOORE & OSLAND, 1924; MOORE, 1926; LAGERLÖF, 1934; PHILIPPS & MCKENZIE, 1934; KNUDSEN, 1954) may be explained by the inhibitory effect of heat on this enzyme because of its lower optimum than abdominal temperature, coupled with the

fact that there are many similarities in cytological aspects between the results of these experiments and that of ours. In contrast to such an inhibitor, some of viscosity reducing agents for the cytoplasm of germ cells, so far as it is not toxic, can be an accelerator for meiotic divisions; previous finding on the action of the proteolytic pancreatin activating the second polar body formation in the unfertilized rabbit ovum, bears out this assumption (YAMANE, 1930).

Up-to-date there have been two opposite opinions among investigators on the role of the testicular hyaluronidase. The dispersal activity of this enzyme has led MCCLEAN & ROWLANDS (1942), FEKETE & DURAN-REYNALS (1943) and SALMAN & BIRKELAND (1950) to postulate a theory that denudation of the ovum is a necessary antecedent to the penetration of spermatozoon into it. And based upon it, ROWLANDS (1944), KURZROK *et al.* (1946), SWYER (1946), and SOKOLOVSKAJA (1947) and others reported that either direct or indirect addition of hyaluronidase preparation to the semen to be effective for promoting the fertility in artificial insemination. Not a few of subsequent investigators, however, have produced counter-evidences to this concept (GREENBERG *et al.*, 1945; CHANG, 1947; AUSTIN 1948; JOHNSTON & MIXNER 1950; WADA *et al.*, 1955). It has been known that, though in the cow, tubal ova are found denuded soon after ovulation (HARTMAN *et al.* 1931; EVANS & MILLER, 1935, and HAMILTON & LAING, 1946), the bull testes contain a great deal of hyaluronidase. Aside from the problem whether or not the hyaluronidase is a promoter of fertility for artificial insemination, it is logical to seek its substrate among other sources because there can be no enzyme without substrate. As the most probable substrate the cervical mucus may be taken into consideration from the point ofview that the presence of mucopolysaccharide in it has been repeatedly observed (WOODMAN & HAMMOND, 1925; BOYLAND 1946; SHETTLES, 1951) and KURZROK & MILLER (1928) have found in the human semen an enzyme which dissolves the cervical mucus. This possibility, however, has been denied by ABRABANEL (1946), KURZROK (cit. in ENGLE, 1946) and POMMEREKE & VIERGIVER (1947). Now, our present study seems to throw light on this problem hitherto veiled in obscurity: The leading part played by the testicular hyaluronidase is its catalytic action which enables the reduction of cytoplasmic viscosity associated with an important morphogenetic activity, i. e. meiotic divisions of germ cells.

V. Summary

1. Although the chemical action of testicular hyaluronidase peculiar to the mammal has been fairly well defined by the elaboration of numerous biochemists, its physiological significance cannot be seen as fully established.

2. The generalized concept postulated with the idea of "spreading factor", that its dispersal activity on the follicular cell-mass enclosing the ovum is a necesssary antecedent to ensure the fertilization, seems to be unjustifiable because of lack of such a cell-mass at ovulation in a number of mammalian species.

3. The object of this paper is to present the evidence of intracelullar activity of the testicular hyaluronidase indispensable for normal spermatogenesis.

4. A highly purified bovine testicular hyaluronidase was repeatedly injected to the male

mouse and rabbit.

5. A remarkable disorganization was observed for a while in spermatogenic epithelia.

6. Lack of meiotic divisions or meiotic irregularities in the spermatocytes and pycnosis or nuclear fragmentation resulting further in debris formation, karyorrhexis and karyolysis of the spermatids were prevailing phenomena.

7. As a consequence, a striking decrease in number of intratubular spermatozoa and a partial infertility occurred.

8. In the sera of rabbits subjected to the injections of hyaluronidase, an antibody which inhibits the dispersal action of homologous enzyme on the follicular cell-mass of rabbit ovum was definitely demonstrated.

9. It follows, therefore, that the disintegration of spermatogenic epithelia particularly meiotic irregularities are results of inhibitory action of antibody which is formed agaist the testicular hyaluronidase administered.

10. The mechanism involved in such a relationship between spermatogenic abnormalities and antigenic effects of hyaluronidase was discussed.

VI. REFERENCES

AUSTIN, C. R. 1948. Nature, **162**: 63.
BASKIN, M. J. 1932. Amer. J. Obst. Gyn., **24**; 892.
BOYLAND, E. 1946. Bioch. J. **40**: 334.
CHANG, M. C. 1947. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **66**: 51.
CUNNINGHAM. B. & OSBORN, G. 1929. Endocr., **13**: 93.
DE LESLIE, C. 1901. Compt. rend. acad. sci., **133**: 544.
DERVIUX, M. 1921. Compt. rend. acad. sci., **172**: 1384.
DITTLER, R. 1920. Münnch. Med. W., **67**: 2.
DUNBAR, W. P. 1910. Z. Imm. exp. Therap., **4**: 740.
DURAN-REYNALS, F. 1928. Compt. rend. soc. biol., **99**: 6.
_____ 1929. J. Exp. Med., **50**: 327.
_____ 1932. J. Exp. Med., **55**: 703.
ENGLE, E. T. 1946. The problem of fertility, 131. Princeton Univ. Press.
EVANS, E. I. & MILLER, F. W. 1935. Anat. Rec., **62**: 25.
FEKETE, E. & DURAN-REYNALS, F. 1943. Proc. Soc. Biol. Med., **52**: 119.
FEWSON, D. 1955. Z. Tierz. Ztgsbiol., **64**: 247.
FOGELSON, S. J. 1926. Surg. Gyn. Obst., **42**: 374.
GREENBERG, B. E. *et al.* 1945. J. Urol., **54**: 571.
GUYER, M. F. 1922. J. Exp. Zool., **35**: 207.
_____ & CLAUS, P. E. 1933. Physiol. Zool., **6**: 253.
HAMILTON, W. J. & LAING, J. A. 1946. J. Anat., **80**: 194.
HARTMAN, C. G. *et al.* 1931. Anat. Rec., **48**: 267.
HEKTOEN, L. & MANLY, L. S. 1923. J. Inf. Diseases, **22**: 167.
HENLE, W. *et al.* 1938. J. Exp. Med., **63**: 335.
HOBBY, G. L. *et al.* 1941. J. Exp. Med. **73**: 109.
HOFFMAN, D. C. & DURAN-REYNALS, F. 1931. J. Exp. Med., **53**: 387.
JOHNSTON, J. E. & MIXNER, J. P. 1950. J. Dairy Sci., **33**: 847.
KENNEDY, W. P. 1924. Quart. J. Exp. Physiol., **14**: 279.
KNUDSEN, O. 1954. Act. Path. Microbiol. Scand., Suppl. **101**.
KURZROK, R. & MILLER, E. G. 1928. Amer. J. Obst. Gynec. **15**: 56.
_____ *et al.* 1946. Amer. J. Med., **1**: 491.
LAGERLÖF, N. 1934. Act. Path. Microbiol. Scand., Suppl. **19**.

Landsteiner,l K. 1899. Centralbl. Bakt., **25**: 1546.
Leonard, S. L. & Kurzrok, R, 1945. Endocr., **37**: 171.
Long, J. A. 1912. Univ. Calif. Publ. Zool., **9**:105.
Mandinaveitia, J. & Quibell, T. H. H. 1940. Bioch. J., **34**: 625.
_____ 1941. Bioch. J. **35**: 447.
McCartney, J. L. 1923. Amer. J. Physiol., **63**: 207.
McClean, D. 1931. J. Path. Bact., **34**: 459.
_____ 1936. J. Path. Bact., **54**: 477.
_____ & Hale, C. W. 1941. Bioch. J., **35**: 159.
_____ & Rowlands, I. W. 1942. Nature, **150**: 627.
Metschinikoff, E. 1899. Annal. de l'Inst. Pasteur, **13**.
Moore, C. R. 1924. Amer. J. Anat., **34**: 269.
_____ 1926. Amer. J. Physiol., **77**: 59.
_____ & Osland, R. 1924. Amer. J. Physiol., **67**: 595.
von Moxter. 1900. Deutsch. Med. W., **26**: 61.
Nakamura, T. & Makino, S. 1950. Cytologia, **16**: 27.
Parkes, A. S. 1952. Marshall's Physiology of Reproduction. vol. II; 18.
Philipps, R. W. & McKenzie, F. F. 1934. Univ. Missouri, Agr. Exp. St., Research Bull., 217.
Pincus, G. 1930. Proc. Roy. Soc. **107**: 132.
_____ 1936. The eggs of mammals. New York.
_____ & Enzmann, E. V. 1932. J. Exp. Biol., **9**: 403.
_____ & _____ 1936. J. Exp. Zool., **73**: 195.
Pommereke, W. T. & Viergiver, E. 1947. Proc. Soc. Biol. Med., **66**: 161.
Quick, W. J. 1926. Amer. J. Physiol., **77**.
Rowlands, I. W. 1944. Nature, **154**: 332.
Salman, B. & Birkeland, J. M. 1950. Ann. N. Y. Acad. Sci., **52**: 1186.
Seifter, J. 1950. Ann. New York Acad. Sci., **52**: 1141.
Shettles, L. B. 1951. Fert. Ster. **2**: 361.
Sokolovskaja, I. I. 1947. Anim. Breed. Abs., **15**: 270.
Swyer, G. I. M. 1946. Lancet, **251**: 755.
Taylor, A. E. 1908. J. Biol. Chem., **5**: 311.
Tislow, R. & Chase, J. F. 1950. Ann. New York Acad. Sci., **52**: 1156.
Tsukahara, I. 1922. Z. Imm. exp. Therap., **34**: 444.
Wada, H. *et al.* 1955. Sci. Rep. Fac. Agr. Okayama Univ., **6**: 29.
Woodman, H. E. & Hammond, J. 1925. J. Agr. Sci., **15**: 107.
Yamane, J. 1930. Cytologia, **1**: 394.
_____ 1935. a. Cytologia, **6**: 233.
_____ 1935. b. Cytologia, **6**: 474.
_____ 1937. Cytologia, Fujii-Jubil., 583.

VII. Explanations of Plates

All photomicrographs are taken by an ordinary camera of Leica size and originals have been magnified discretionally, hence it is difficult to give an exact degree of magnification for each figure.

Pl. 1.

Fig. 1. Follicular cell-mass enclosing an ovum recoverd from the tube of a doe at 13½ hours after a sterile mating; its stickiness is shown by drawing it with a glass needle left upwards.

Fig. 2. Dispersion of the follicular cell-mass by a supernatant fluid of centrifuged rabbit spermatozoa in Tyrode solution. The ovum with corona radiata is completely isolated.

Fig. 3. Dispersion of the follicular cell-mass in a solution of 1,000 V.U.M. "Sprase". At the bottom of a hollw slide numberless denuded nuclei of follicular cells are precipitated; a released ovum lying in the center of the optical field is out of focus. Phase-contrast microscopy.

Fig. 4. Degeneration of the epithelia of seminiferous tubules on the 19th day after the last injection in the mouse No. 10 treated with 40,000 V.U.M. "Sprase".

Fig. 5. Metaphase of a three-nucleated cell observed in the mouse No. 10 above described. Stamp preparation.

Fig. 6. Tripolar metaphase of the same animal.

Fig. 7. Chromosome-bridging in a secondary spermatocyte observed on the 12th day after the last injection in the mouse No. 3 treated with 7,500 V.U.M. "Sprase".

Fig. 8. Pycnosis and karyolysis of spermatids in the mouse No. 10 above described.

Fig. 9. A giant sperm head in spermioteleosis observed in the mouse No. 3 above described; compare its size with that of normal sperm heads in the underlying epithelium.

Pl. 2.

Fig. 10. Seminiferous tubules in the left testis on the 5th day after the last injection in the mouse No. 4 treated with 22,500 V.U.M. "Sprase". Degenerative changes are not yet seen.

Fig. 11. Seminiferous tubules in the right testis on the 11th day after the last injection in the same mouse. Degeneration of spermatogenic epithelia is clearly shown.

Fig. 12. Coalescence of chromosomes of spermatids resulting in debris formation observed in the mouse No. 4 above described.

Fig. 13. A four-nucleated spermatid presumably originated from a two-nucleated secondary spermatocyte; chromosomes are arrested at hollow metaphase. Stamp preparation on the 21st day after the last injection in the mouse No. 5 treated with 22,500 V.U.M. "Sprase".

Fig. 14. A giant spermatid with 15 or 16 nuclei, one of which is undergoing pycnosis, occurred in the mouse No. 3 above described. Stamp preparation.

Fig. 15. Agglutination of sperm heads in a seminiferous tubule on the 12th day after the last injection in the mouse No. 2 treated with 7,500 V.U.M. "Sprase".

Fig. 16. Giant prophase of a primary spermatocyte observed in the mouse No. 3 above described.

Pl. 3.

Fig. 17. Hydropic degeneration with vacuole formation in a spermatogonium observed in the mouse No. 12 treated with 40,000 V.U.M. "Sprase" on the 106th day after the last injection.

Fig. 18. A three-nucleated cell at metaphase found on the 20th day after the cessation of injection in the rabbit No. 5 administered with 30,000 V.U.M. "Sprase". Stamp preparation.

Fig. 19. A five- nucleated spermatid from the testis of the same rabbit. Stamp preparation.

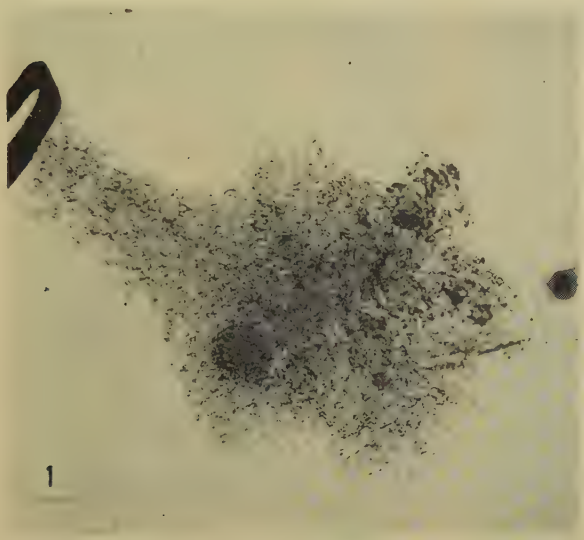
Fig. 20. Agglutination of sperm heads in a seminiferous tubule of the same rabbit.

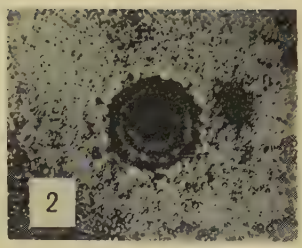
Fig. 21. Inhibitory effect of the antiserum obtained from the rabbit No. 1 injected with "Sprase" on the follicle cell-dispersing capacity *in vitro* of "Sprase". See Table 1, column 2. No dispersion of the cell-mass took place even 6 hours after incubation of the mixture. Phase-contrast microscopy.

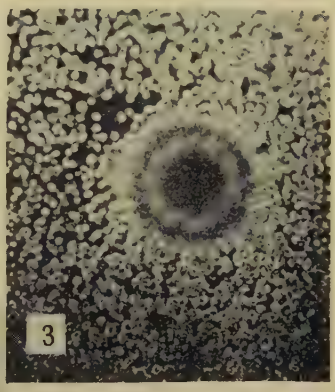
Fig. 22. Inhibitory effect of the antiserum obtained from the rabbit No. 2 treated with in the same way as No. 1. No change in the follicular cell-mass took place until 4 hours after incubation of the mixture though later dispersed; the mixture became turbid due to the precipitin reaction.
See Table 1, column 3. Phase-contrast microscopy.

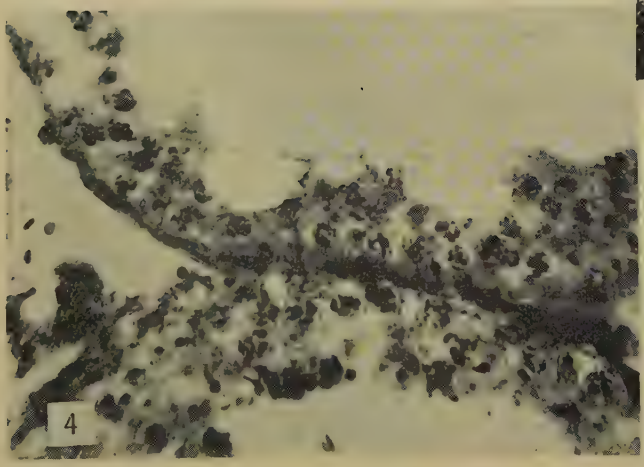
Fig. 23. Liberation of an ovum from the follicular cell-mass which was dispersed completely in the mixture of nomal blood serum and "Sprase" solution. Complete dispersion took place in 20 minutes after incubation of the mixture. See Table 1, last column. Phase-contrast microscopy.

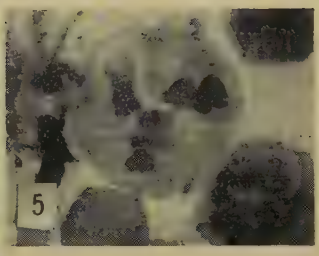
Fig. 24. A strong agglutination of spermatozoa in the antiserum obtained from the mice No. 8 on the 41st day when the spermatogenic epithelia began to recover from the damage; hence sperm agglutinin is not responsible to the meiotic irregularities. Phase-contrast microscopy.

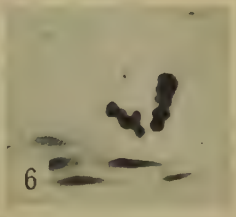

1

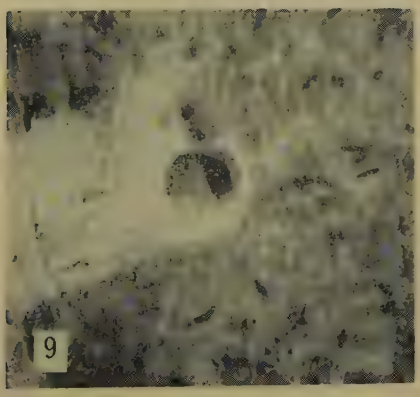

2

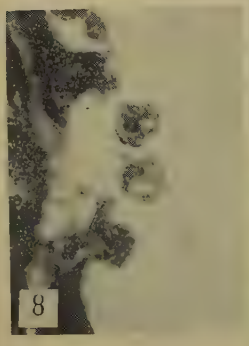

3

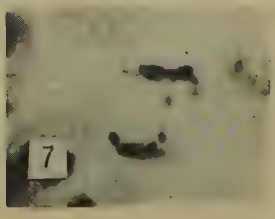

4

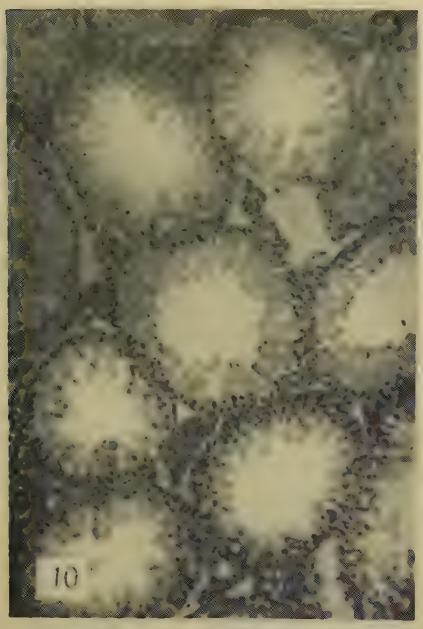

5

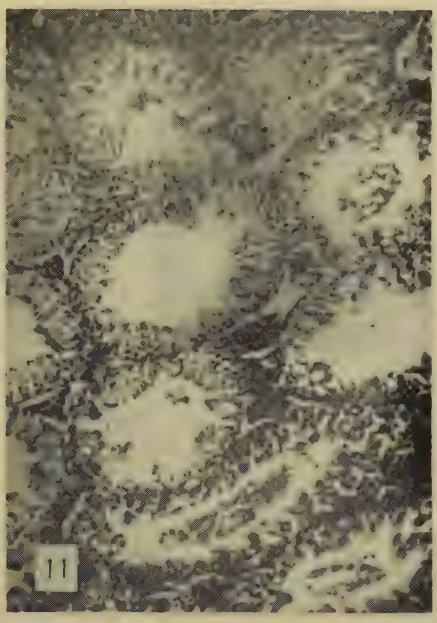

6

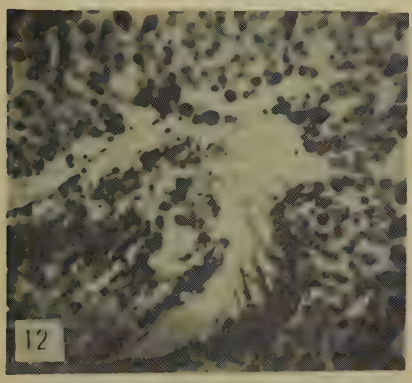

9

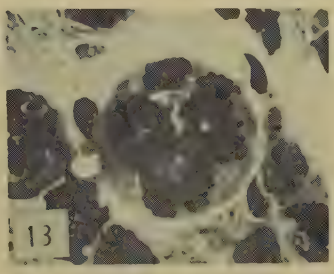

8

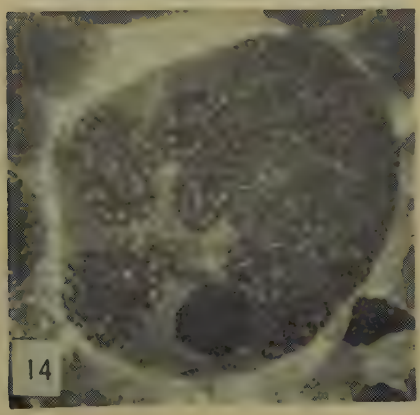

7

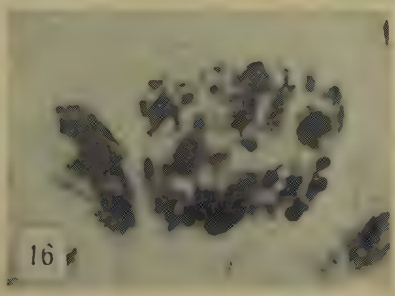




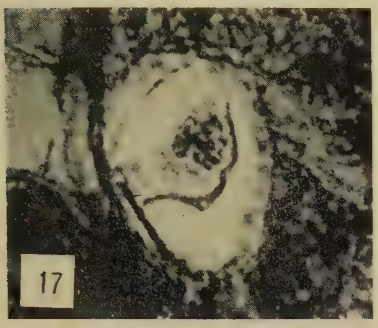


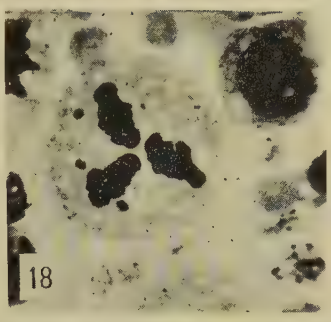


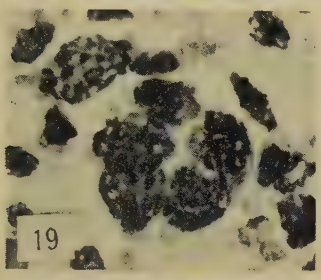


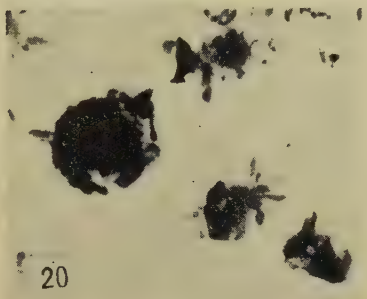


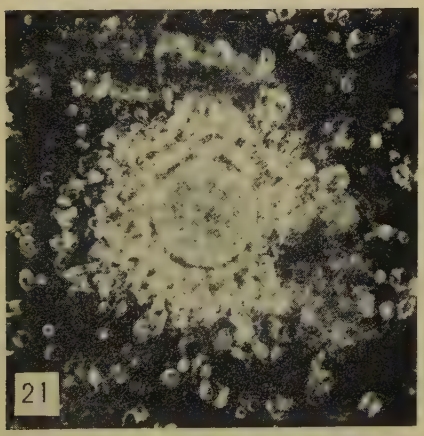
YAMANE & KASHIWABARA: The Role of Testicular Hyaluronidase

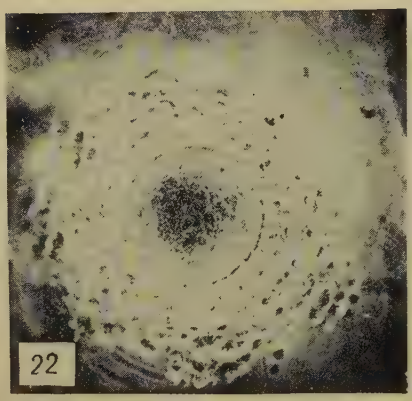


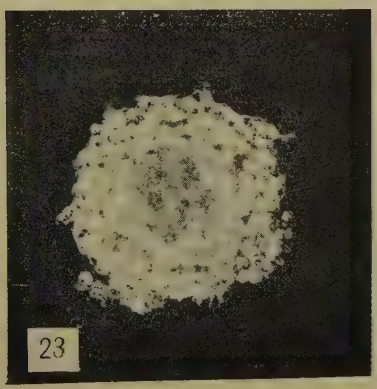


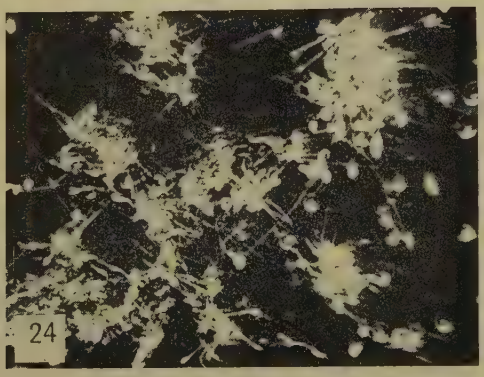












YAMANE & KASHIWABARA: The Role of Testicular Hyaluronidase

Cytological Studies on Abnormal Ova in Mature Ovaries of Mice observed at Different Phases of Oestrous Cycle

Tsunenori NAKAMURA

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Tables 1–3; Pls. 1–5; Text-figs. 1-2)

(I) INTRODUCTION

The cyclic changes of the sex organ are more pronounced in mammals than in other animals; they are known as an oestrous cycle, and occur at different intervals of days or weeks according to the species. It is only during a period of the oestrus that the mature eggs are produced in the ovary, and the female becomes sexually receptive so that fertilization can occur. The oestrous cycle has so far been most closely studied in rodents, particularly in the Muridae, since they breed in every season through the year. For example, an unmated female mouse ovulates repeatedly about once every 5 days from the age of 60 days. KNAUER ('96) seems to be the first who studied the mechanism of ovulation, and STOCKARD & PAPANICOLAOU ('17) dealt with the maturation process in the Graafian follicles using the smear method with vaginal contents. ALLEN ('21) put foreward a theory on the oestrous cycle in the Muridae. PARKES ('43), CASIDA ('44), ZWADOWSKY ('45), ROBINSON ('49), and RAESIDA & LAMOND ('56), etc. reported the effects of estrogen and pregnant mare serum following the administration to higher vertebrates.

The cytological study has revealed that a great number of ova are produced in the mammalian ovary during the oestrous, but the majority of them undergo degeneration, only a few attaining maturation, and developing into functional ova. MAKINO ('41) and SIGEMORO ('47) reported the cytological features of normal and abnormal follicles in mature ovaries of mice and rats. The atretic follicles that are destined to undergo degeneration without growing into the functional follicle are also morphologically investigated by ASAMI ('20), BRANCA ('25), ENGLE ('27), PAROES ('31), EREUD & VEDDER ('38), PLISKE ('40) and SIGEMORO ('47).

The present paper deals with cytological observations on abnormal ova which showed advance towards the first maturation division in mature mouse ovaries during the normal and abnormal sexual cycles. Also this is the first report as a cytological research with particular concern for the influence of pituitary gonadotrophic hormones on the atretic follicular apparatus of mature female mice.

The author wishes to acknowledge his great indebtedness to President Dr. J. YAMANE of the Hiroshima Agricultural College and Prof. Dr. S. MAKINO of the Hokkaido Uni-

versity for their expert advice and kind help in the preparation of the manuscript. Sincere thanks should be extended also to Mr. H. MORITA for his technical assistance during the course of this study.

(II) MATERIAL AND METHOD

Unmated mature female mice (*Mus musculus*) at 70～120 days of age furnished the material for the present study; they are Swiss-albinos purely bred in our laboratory. The ovaries of 33 individuals were used as material: 30 specimens out of them showed a normal sexual cycle with the vaginal smear method, while 3 individuals were abnormal in sexual cycle. The ovaries were fixed with Bouin's solution. The sections were made according to the usual paraffin method and stained with Heidenhain's iron-haematoxylin. The work was carried out during from late autumn to early summer.

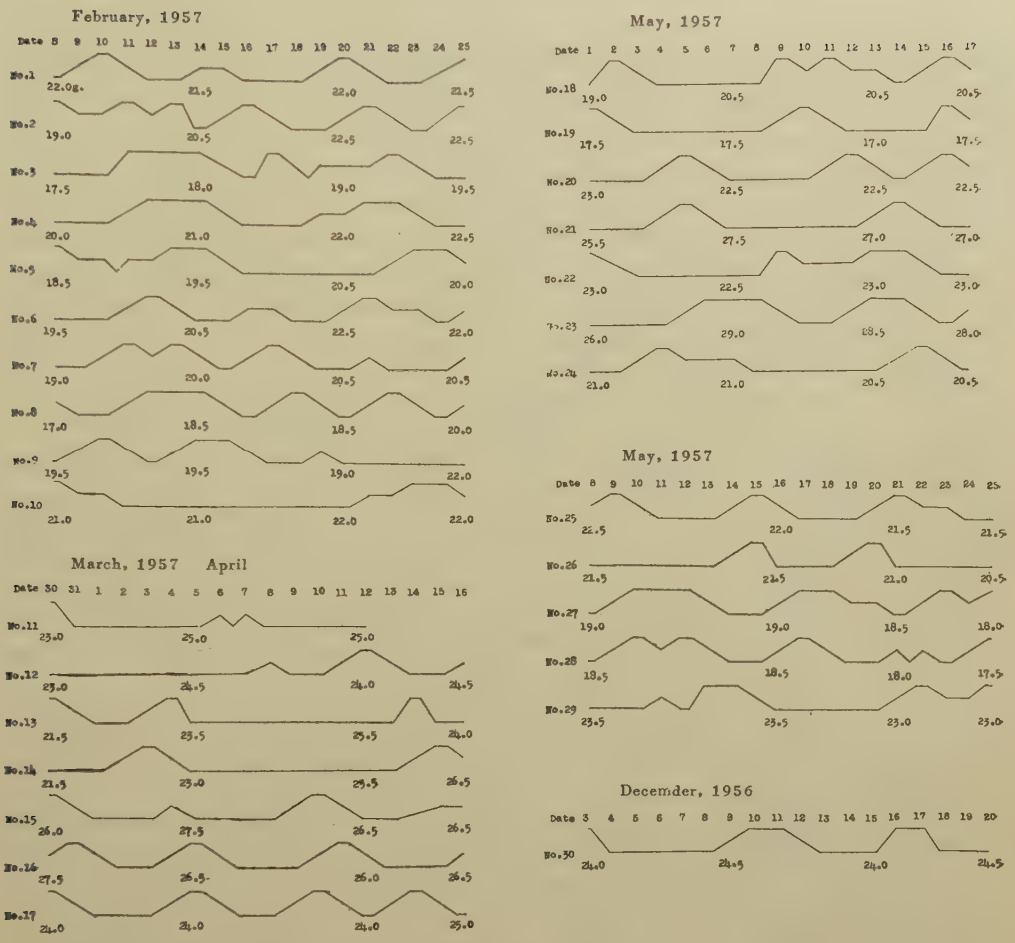
(III) OBSERVATIONS

1. The mature ova in mice with a normal sexual cycle

Functional mature ovum of the mouse which showed a normal sexual cycle was found in the Graafian follicle before its rupture. The ovum contained in the Graafian follicle is surrounded by a gelatine membrane, called *zona pellucida*, and the latter again by *corona radiata*. Surrounding the *corona radiata* there are granulosa cells which enclose a huge cavity filled up with the fluid, *liquor folliculi*. In the mature follicle being 217～290μ in diameter, the mature ovum shows a diameter of 51～82μ. Following the penetration of the spermatozoon the ovum generally reduces in diameter. After the disappearance of the nuclear membrane, the chromosomes arrange on the equatorial plate to form the first polar spindle in the ovum. After the division of chromosomes, the outer pole of the spindle which upheaves on the egg surface gets extruded as the first polar body. The ovum thus undergoes the first maturation division prior to ovulation, and still further advances in its maturation course up to the metaphase stage of the second division. The maturation process in the ovum stops at this stage, until insemination occurs following ovulation. The detailed descriptions regarding the maturation phenomena on the normal mature ovum in mice are referred to the paper dy MAKINO ('41).

The author chanced to observe some Graafian follicles which had a great antrum (Pl. 1, figs. 7–9): the ovum has undergone the second maturation division carrying the first polar body, and lies practically free from the granulosa cells and the *corona radiata* cells, suspended in a naked state in the *liquor folliculi* (Pl. 1, fig. 9).

The other abnormal ova showed the chromosomes which arrange on the equatorial plate with the first polar spindle, having no nuclear membrane and antrum (Pl. 4, figs. 23-24). Some ova showed the second polar spindle at metaphase accompanied by the first polar body in the follicle with a few antra (Pl. 1, fig. 2); this type of abnormality is rather common



Text-fig. 1. Oestrous cycles and body weights in thirty mice.
The upper level indicates oestrus, the lower level, dioestrus, and numbers under the line denote body weight (gram.).

in mature ovaries. Some others showed the completion of the second division offering the second polar body, through the *antrum folliculi* has not been formed (Pl. 5, fig. 28). There were also found abnormalities of chromosomes (Pl. 1, figs. 1, 6), and the first division showing a tetra-polar spindle (Pl. 3, figs. 16-17). The irregularity in shape of the ovum was also common; in the extreme case, the ovum contained many vacuoles in the ooplasma (Pl. 3, figs. 14–15). The atretic follicles which advance towards the maturation course were rather abundant in number; 85 examples were found in 30 individuals under study. Thirty-two follicles from 12 ovaries of 6 individuals were at the phase of proestrus; 15 follicles from 10 ovaries were at the stage of oestrus; 8 follicles from 14 ovaries were metoestrus; 4 follicles from 8 ovaries were dioestrus; 26 follicles from 16 ovaries were late dioestrus. Based on the vaginal smear method, the number of mature ovaries at five stages of oestrous cycle is graphically indicated in Text-fig. 2. It is shown that the atretic follicles at the stage of the proestrus are very frequent through the oestrous cycle. The data pre-

sented here suggest a numerical relationship between the atretic follicles and the normal mature follicles in an ovary. It seems probable that in the course of degeneration the disintegration takes place in both the egg body and the granulosa cells, and as a result it exerts some influence on the hormone secretion in the mature ovary.

For the sake of convenience, the stages of atretic follicles are divided into two general types. Type I refers to the small primary follicle with several rows of granulosa cells: some of them show the *antrum folliculi* consisting of several rows of granulosa cells, while some others contain no *antrum folliculi*. Type II deals with all follicles which advance to the maturation phase; they mostly have no antrum, though a few show an antrum. The

Table 1. Mature normal and abnormal follicles from sixty ovaries of mice with normal oestrous cycle.

Mouse Number	Body weight in gram.	Phase of oestrous cycle	Normal mature follicle			Abnormal follicle			Polyovular follicle		
			Ovary		Total	Ovary		Total	Ovary		Total
			Right	Left		Right	Left		Right	Left	
No. 6	22.0	Proestrus	2	3	5	1	3	4	2	0	2
No. 7	20.5	〃	3	2	5	2	1	3	0	3	3
No. 8	20.0	〃	4	7	11	0	3	3	1	3	4
No. 12	24.5	〃	7	9	16	5	5	10	3	3	6
No. 16	26.5	〃	1	2	3	3	5	8	1	0	1
No. 23	28.0	〃	2	3	5	1	3	4	1	1	2
No. 1	21.5	Oestrus	1	3	4	1	0	1	0	3	3
No. 2	22.5	〃	3	2	5	0	0	0	1	2	3
No. 27	18.0	〃	0	2	2	3	2	5	0	0	0
No. 28	17.5	〃	1	1	2	3	4	7	2	0	2
No. 29	23.0	〃	5	2	7	0	2	2	1	0	1
No. 5	20.0	Metoestrus	1	1	2	0	0	0	1	1	2
No. 10	22.0	〃	4	4	8	0	1	1	4	2	6
No. 14	26.5	〃	1	3	4	1	0	1	1	0	1
No. 15	26.5	〃	0	2	2	0	1	1	1	1	2
No. 18	20.5	〃	4	1	5	2	0	2	1	0	1
No. 19	17.5	〃	3	2	5	1	1	2	3	1	4
No. 20	22.5	〃	2	0	2	0	1	1	2	0	2
No. 11	25.0	Dioestrus	0	0	0	0	0	0	0	1	1
No. 17	25.0	〃	0	0	0	1	1	2	3	2	5
No. 26	20.5	〃	0	0	0	0	0	0	0	1	1
No. 30	24.5	〃	0	0	0	2	0	2	1	1	2

No. 3	19.5	Late Dioestrus	1	2	3	2	2	4	1	0	1
No. 4	22.5	〃	4	4	8	3	2	5	5	0	5
No. 9	22.0	〃	6	7	13	2	2	4	1	2	3
No. 13	24.0	〃	3	4	7	2	0	2	1	2	3
No. 21	27.0	〃	5	4	9	2	2	4	2	2	4
No. 22	23.0	〃	3	4	7	1	1	2	3	1	4
No. 24	20.5	〃	7	5	12	0	1	1	0	3	3
No. 25	21.5	〃	2	3	5	1	3	4	1	2	3

Table 2. Abnormal mature follicles in six ovaries from mice having abnormally long dioestrus cycle.

Mouse Number	Body weight in gram.	Normal mature follicle			Abnormal follicle			Polyovular follicle		
		Ovary		Total	Ovary		Total	Ovary		Total
		Right	Left		Right	Left		Right	Left	
No. 2′	23.0	0	0	0	3	1	4	1	1	2
No. 14′	22.0	0	0	0	0	2	2	0	2	2
No. 16′	22.5	0	0	0	2	2	4	1	2	3

Table 3. Total number of normal mature follicles and abnormal follicles in mice taken at different phases of the oestrous cycle.

Phase of oestrous cycle	Number of individual	Normal mature follilce	Abnormal follicle	Polyovular follicle
Proestrus	6	45	32	18
Oestrus	5	20	15	9
Metoestrus	7	28	8	18
Dioestrus	4	0	4	9
Late Dioestrus	8	64	26	26
Long Dioestrus	3	0	10	7

follicles belonging to type I are found in the ovum before the first maturation division, whereas type II in the ovum undergoing the first maturation division. The number of type II as observed in 60 ovaries was 85 follicles, while normal mature ova were 157 in number, as given in Tables 1 and 3. The degenerating follicles belonging to type II range in diameter from 158 to 237μ.

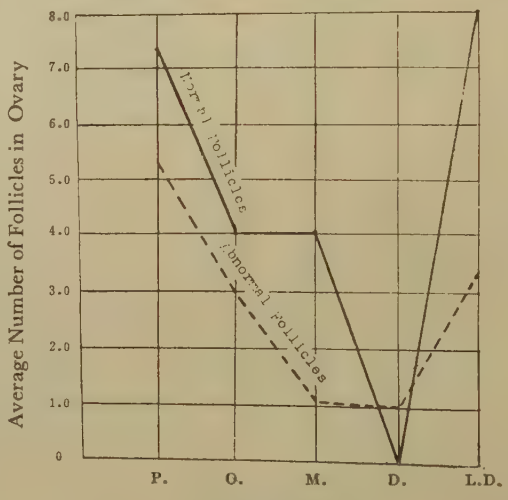
Many papers have been published on the polyovular follicles, discussing the view of twinning presented dy HARTMAN ('26). The present study with mice, 70～120 days of age, has revealed that the polyovular follicle is rather rare in occurrence; 80 polyovular follicles were found to occur in 60 ovaries under study. They were biovular follicles in 78%, triovular follicles in 16% and tetraovular follicles in 6%. The majority of poly-

ovular follicles were small in size with no antrum. It seems most probable that the polyovular follicles are in the process of degeneration without the establishment of the *antrum folliculi*. Only three biovular follicles were found in the stage of the antrum formation. One of them showed an ovum advancing to the maturation division, while the other remained without the first maturation division (Figs. 4–5). There were also two other examples in which the first maturation spindle was formed in the ovum (Pl. 4, fig. 21). The evidence presented seems to suggest that polyovular follicles originate from fusion of the previously separated follicles, or arise through abnormal nuclear division, though there are a few polyovular follicles which resulted in the separation of an original ovum. In general, they are in the process of disintegration without advancing to the ovulation stage.

2. The mature ova in mice with an abnormal sexual cycle

The three unmated mice aged from 70 to 120 days, which had shown an abnormally long dioestrus cycle were studied, and the data obtained are presented below (Table 2).

In six ovaries, mature ova showing the second maturation division with the first polar pody are abundant in number, being 10 in total. The Graafian follicles in which the above ova were involved showed no remarkable feature and theantrum follicles have not been formed (Fig. 29). There was an example which showed a mature ovum undergoing the abnormal division of chromosomes (Pl. 5, fig. 30). Polyovular follicles were also found to occur in a few follicles. They all offer obvious evidence of atresia. It is most probable that they do not develop into the ovulation stage, and that such atretic follicles may cause abnormally long dioestrus cycle, probably due to the influence of the anterior pituitary hormone.



P. Proestrus; O. Oestrus; M. Metoestrus; D. Dioestrus; L. D. Late Dioestrus.

Text-fig. 2. Average number of normal mature follicles and abnormal follicles in the ovary at five stages of the estrous cycle.

(IV) DISCUSSION

The literature relating to atretic follicles that contain abnormal and polyovular follicles has been repeatedly published by many authors (ASAMI '20, ENGLE '27, PLISKE '47, MAKINO '41, SIGEMORO '47). The results of the present investigation indicate that mature ova undergo degeneration without growing into the functional follicle through several abnormal processes during the maturation. ENGLE ('27) in the mouse and SIGEMORO ('47) in the rat have emphasized that in the course of degeneration the disintegration takes place in the egg body. On the other hand, ASAMI ('20), BRANCA ('25), EREUD & VEDDER ('38) and PLISKE ('40), all in the rat, have pointed out that the disintegration occurs in the granulosa cells. It is probable that the disintegration of the egg body is due to the influence of the anterior pituitary hormone. Probably the follicle-

stimulating hormone of the anterior pituitary induced rapid growth of a Graafian follicle; the growth may be partly achieved by multiplication of follicle cells and partly by the hormonal secretion into the antrum of the follicular fluid. It has been known that the follicular fluid contains a large amount of estrogen; the latter may increase the mitotic activity of follicle cells. Therefore, it may be the estrogen that practically causes the growth of the follicle. This may be proved by the investigation on the effect of estrogen or pregnant mare serum on the sexual cycle of mice.

Morphologically the atretic follicles are divided into two general types. Type I refers to the small primary follicle with several rows of granulosa cells, but having no *antrum folliculi*. Type II denotes the follicles which advance to the maturation division, the majority of which have an antrum. The present paper is concerned with some morphological aspects of atretic follicles of mice belonging to type II.

The occurrence of polyovular follicles is rather rare; 80 polyovular follicles were observed in 60 ovaries. According to SIGEMORO ('47) the total number of polyovular follicles in 120 mature rat ovaries from 60 individuals was found to be 375: among them 316 follicles (84%) were biovular. ENGLE ('27) reported 18 polyovular follicles based on one hundred ovaries in the mouse, and TAKEWAKI ('37) recorded a five-ova-containing follicle which occurred in ovaries from three individuals of the mouse. Concerning the origin of polyovular follicles, HARTMAN ('26) enumerated three possible ways of formation; 1) by division of polyovular ova, 2) by concrescence of previously separated follicles, 3) by persistent union of ova in the egg tube. The present author is of opinion that polyovular follicles arise by concrescence of previously separated follicles, by abnormal nuclear division of ova, and by separation of the original definitive ovum. A biovular follicle was found in which one ovum advancing toward maturation division and the other ovum was in the stage prior to the first maturation division (Pl. 1, figs. 4–5). There were also two other instances which showed the first maturation spindle in the ovum. Many investigators have been interested in polyovular follicles in relation to the problem of human twinning. Most of polyovular follicles observed in the present study, however, were found to be in the process of degeneration.

In the present study six ovaries derived from mice with abnormally long dioestrus cycle were cytologically investigated. HARTMAN ('23) reported that the disintegration of follicles initiated in the granulosa cells in the ovaries of mice which showed abnormally long dioestrus cycle. It is probable that the mice which showed a prolonged dioestrus also seem to be in a pseudopregnant condition.

It is of interest that many mature ova in mature ovaries of mice undergo the course o degeneration. The data given in Table 2 indicate that the abnormal ova observed in 60 ovaries were 85 in total. Considered from the data shown in Text-fig. 2, a large number of the atretic follicles deal with late dioestrus from proestrus. This may be an evidence that it associates with the problem of ovulation controlled by the influence of the hormone.

(V) SUMMARY

A cytological investigation has been carried out with the ova derived from 66 ovaries which were taken from a series of thirty-three mature unmated mice (*Mus musculus*, "Swiss

albinos") at different phases of the oestrous cycle, with special reference to the maturation and degeneration of ova in mature ovaries.

The atretic follicles of ova which showed advance towards the first maturation division are very abundant in number in the mature ovary, being 85 (35%) in total. The abnormal ova are mostly at the phase of proestrus in the oestrous cycle. It is most probable that the atretic follicles are in the process of degeneration, and the disintegration takes place either in the egg body or in the granulosa cells.

The polyovular follicles observed in 60 normal ovaries are 80 in total. Out of them 62 follicles (78%) contain biovular ones. The majority of polyovular follicles are in the process of degeneration, though there are a few examples which are suggestive of the possibility of their maturation.

The atretic follicles are very abundant in three mice which showed an abnormally long dioestrus cycle. From this evidence it is presumable that there is a relationship between the maturation of ova and the effect of the anterior pituitary hormone.

(VI) LITERATURE CITED

ALLEN, E. 1923. Ovogenesis during Sexual Maturity. Am. J. Anat., **31**: 439–480.

ASAMI, G. 1920. Observations on the Follicular Atresia in the Rabbit Ovary. Anat. Rec., **18**: 323–343.

ENGLE, M. T. 1927. A Quantitative Study of Follicular Atresia in the Mouse. Am. J. Anat., **39**, No. 2: 187–203.

BULLOUGH, W. S. 1951. Vertebrate Sexual Cycles. Methuen's Monographs on Biological Subjects.

GUYER, M. E. & E. C. PEARL. 1933. Induced Sterility. Physiological Zool., **6**, No. 3: 253–288.

LANE, Ch. E. 1938. Aberrant Ovarian Follicles in the Immature Rat. Anat. Rec. **71**: 243–245.

MAKINO, S. 1941. Studies on the Murine Chromosomes, I. Cytological Investigations of Mice, included in the Genus *Mus*. J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. VI, Zool. **7**: 305–380.

———— 1947. Mammalian Ova. (In Japanese) Rigaku Monograph **7**.

NAKAMURA, T & S. MAKINO. 1950. On the Degeneration of Germ Cells in Experimental Cryptorchid Testes of the White Rat. Cytologia, **16**, No. 1: 27–36.

PARKES, A. S. *et al.* 1952. Marshall's Physiology of Reproduction. Vol. **3**.

PLISKE, E. C. 1940. Studies on the Influence of the Zona Pellucida in Atresia. J. Morph. **67**: 321–346.

RAESIDA, J. I. & D. R. LAMOND. 1956. Effects of Progesterone and Pregnant Mare Serum Administration in the Anoestrous Ewe. Aust. J. Agric. Rec., **7**, No. 6: 591–607.

SIGEMORO, E. 1947. Morphological Observations of Abnormal Follicles in Matute Ovaries of the Norway Rat, *Rattus norvegicus*. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI. **9**: 233–241.

———— & S. MAKINO. 1947. On the polyovular Follicles found in Ovaries of the Norway Rat, *Rattus norvegicus*. Seibutu, Suppl. No. 1: 63–67.

EXPLANATION OF PLATES 1–5

Plate 1.

Figs. 1–6. Ovum at proestrus.

Fig. 1. Chromosome abnormalities observed in a mature ovum.

Fig. 2. Ovum showing the second polar spindle at metaphase accompanied by the first polar body in the follicle with a few antra.

Fig. 3. First maturation division showing stickiness of chromosomes.

Figs. 4–5. Biovular follicles containing one ovum advancing toward the maturation, but other ovum is prior to maturation.

Fig. 6. Mature follicle showing the abnormal division of the ovum.

Plate 2.

Figs. 7–12. Ovum at oestrus.
Figs. 7–9. Graafian follicles showing the normal course of maturation.
Fig. 10. Abnormal ovum with no antrum showing the first maturation spindle.
Figs. 11–12. Polyovular follicles.

Plate 3.

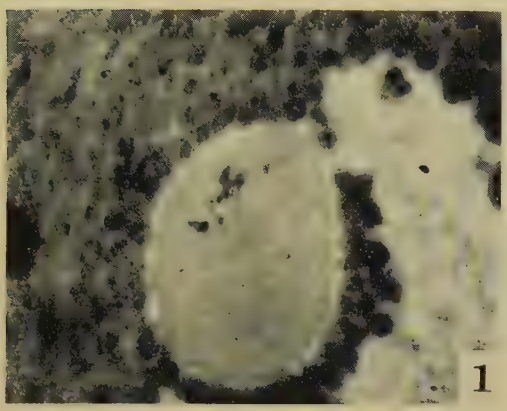
Figs. 13–18. Ovum at oestrus.
Fig. 13. Abnormal ovum with a few antra showing the first maturation spindle.
Figs. 14–15. Abnormal ova showing vacuoles in the cytoplasma.
Figs. 16–17. Mature ova showing the metaphase of the first division with tetra-polar spindles, probably in a bi-nucleate cell.
Fig. 18. Unshed ovum showing the second polar spindle at metaphase.

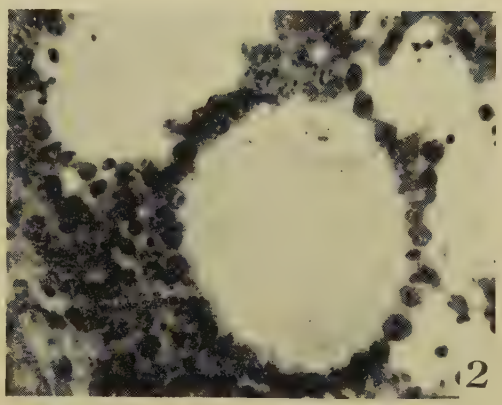
Plate 4.

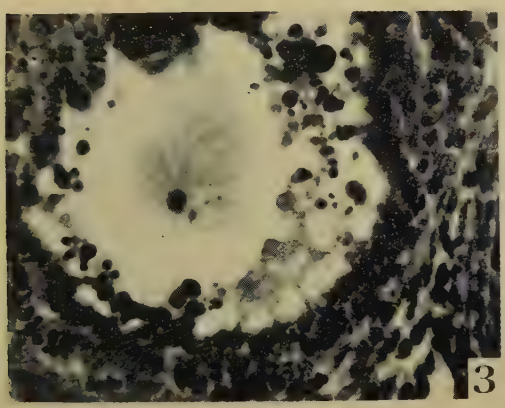
Figs. 19–20. Ovum at metoestrus.
Fig. 19. Mature ovum undergoing the normal first maturation division.
Fig. 20. Bi-nucleate ovum.
Figs. 21–24. Ovum at dioestrus.
Fig. 21. Biovular follicle.
Fig. 22. Chromosome abnormalities observed in an ovum.
Figs. 23–24. Ova with no antrum showing the first maturation spindle at metaphase.

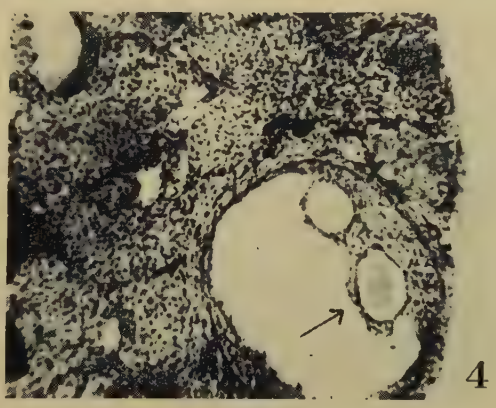
Plate 5.

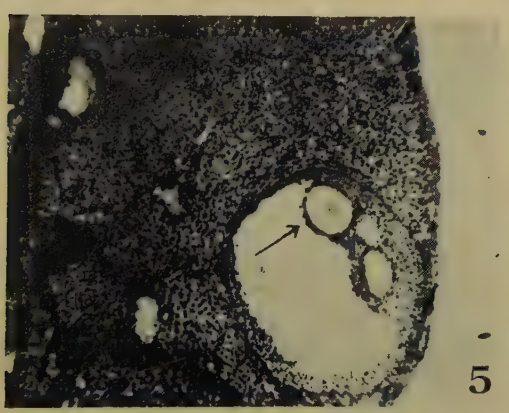
Figs. 25–28. Ovum at dioestrus.
Figs. 25–27. Abnormal ova showing the second polar spindle at metaphase with no antrum.
Fig. 28. Abnormal ovum showing the first and second polar bodies.
Figs. 29–30. Ovum at the long dioestrus.
Fig. 29. Unshed ova showing the second maturation spindle.
Fig. 30. Abnormal mature ovum undergoing the abnormal nuclear division.

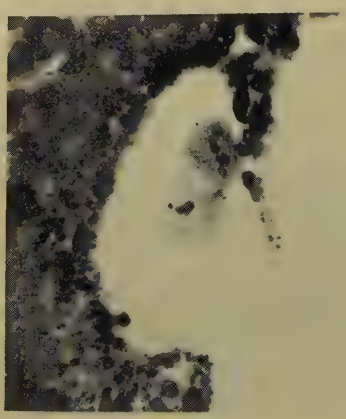

1


2

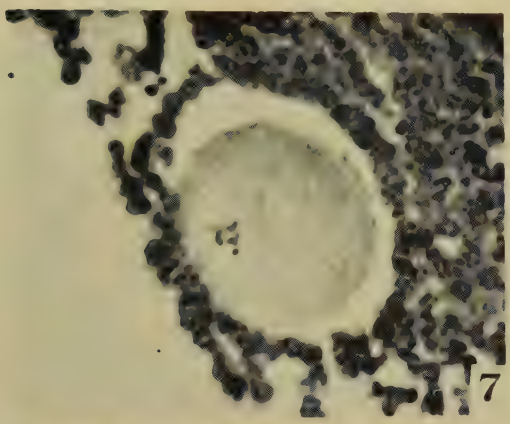

3

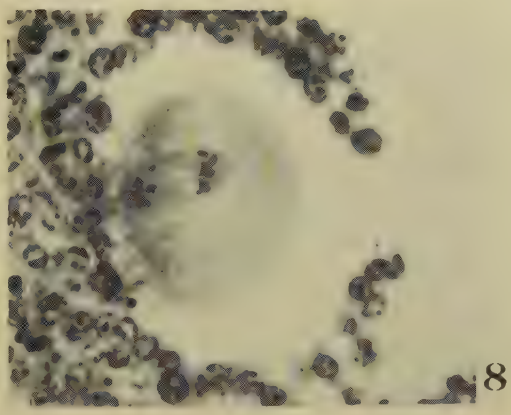

4

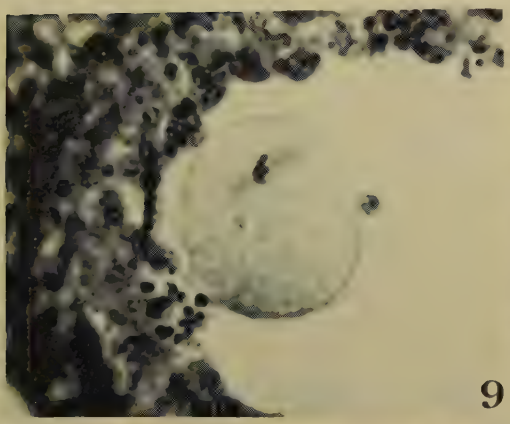

5

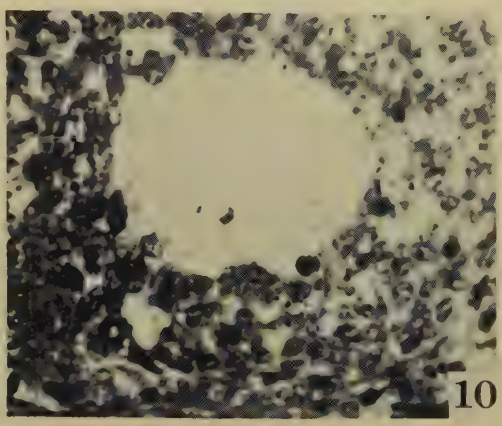

6

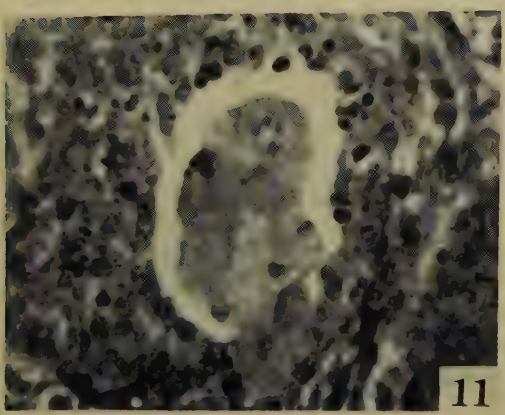
NAKAMURA : Abnormal Ova of Mice.

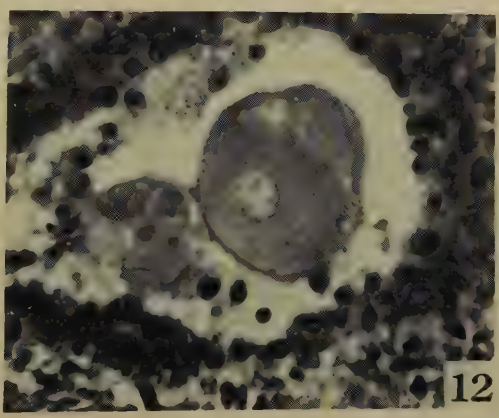

7


8

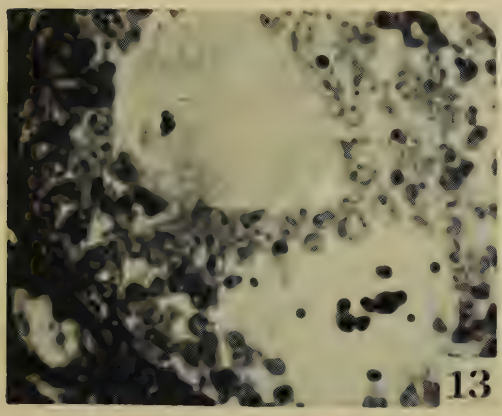

9

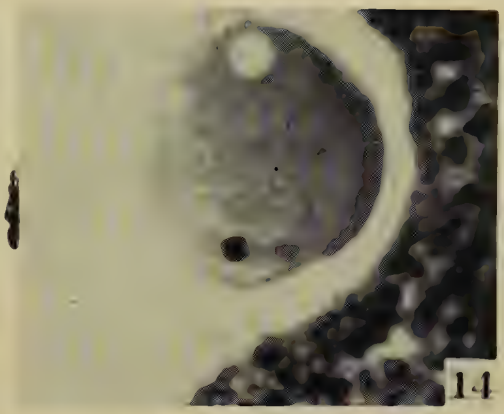

10

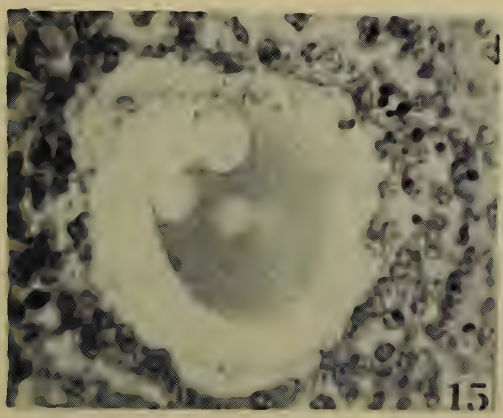

11

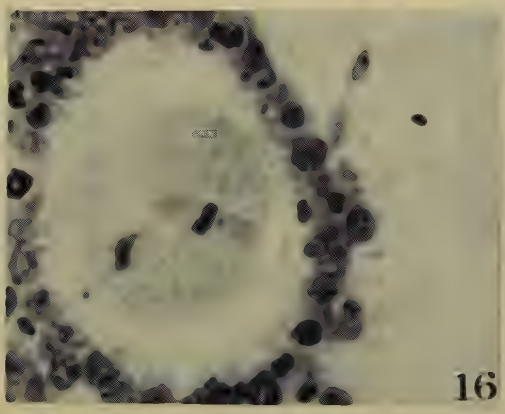

12

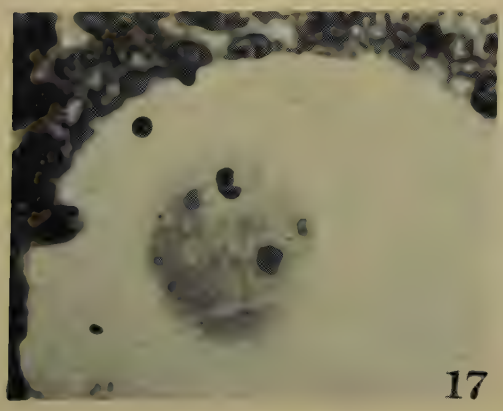
NAKAMURA : Abnormal Oya of Mice

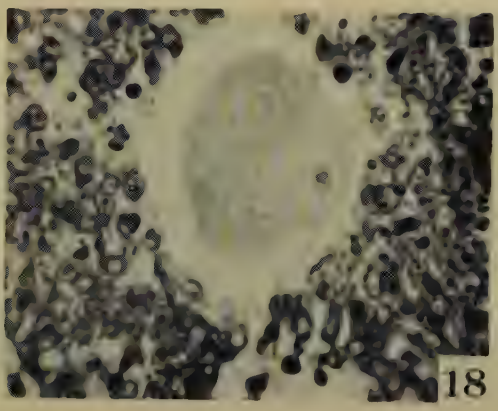

13


14

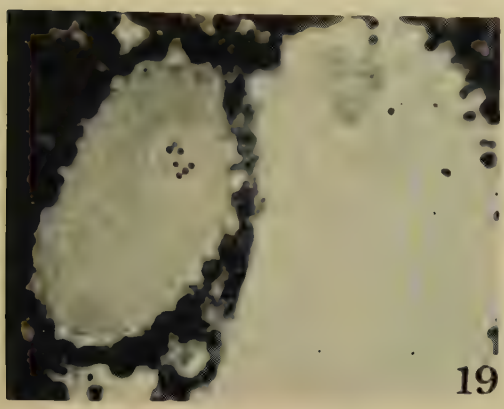

15

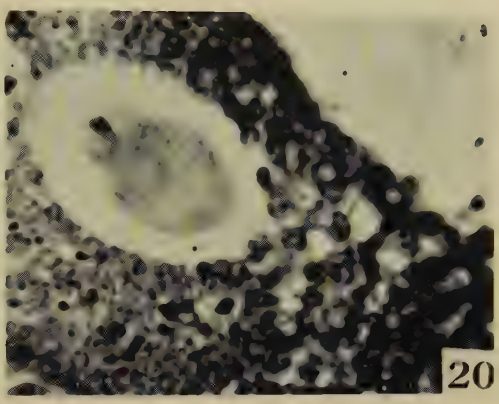

16

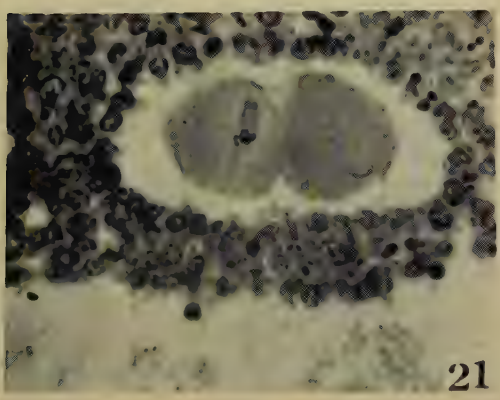

17

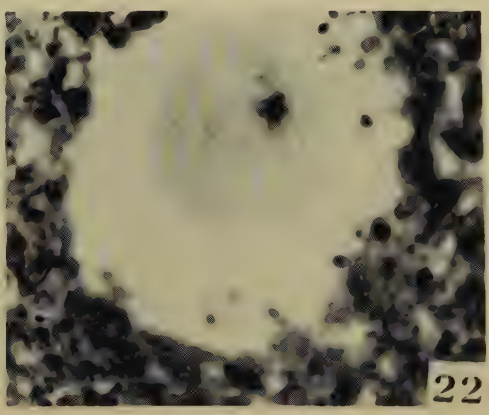

18

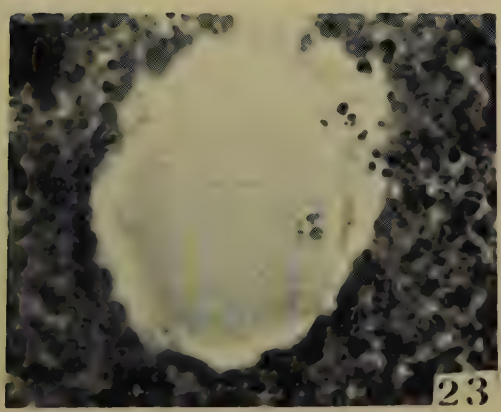
NAKAMURA : Abnormal Ova of Mice

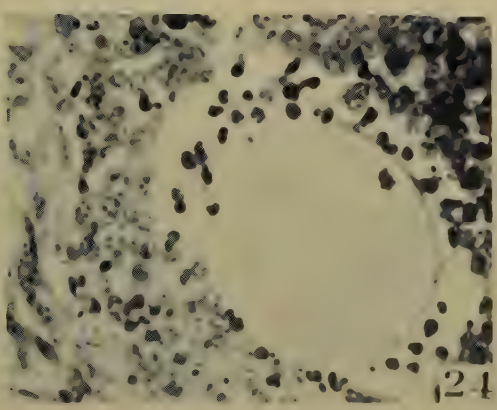

19


20

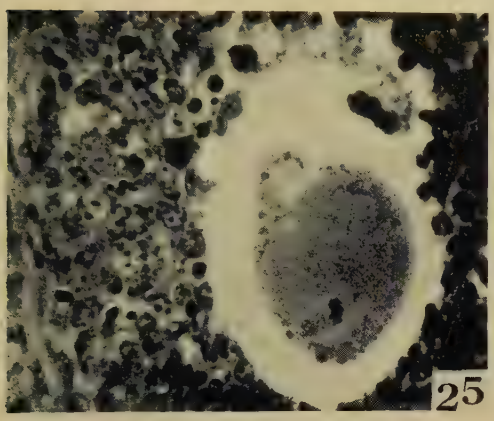

21

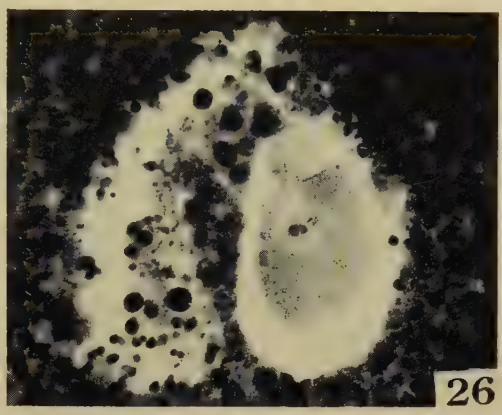

22

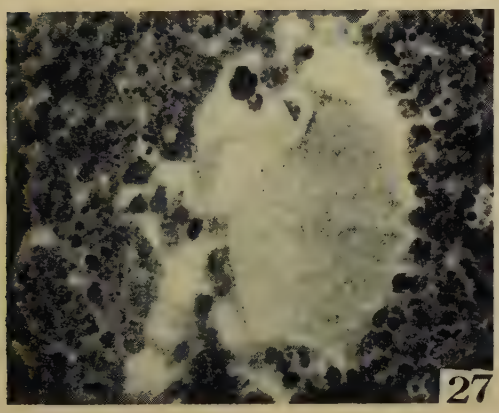

23

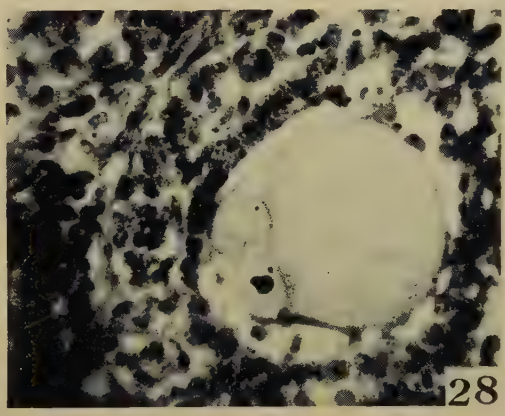

24

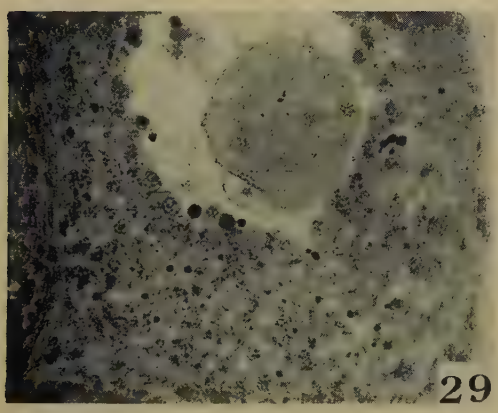
NAKAMURA : Abnormal Ova of Mice

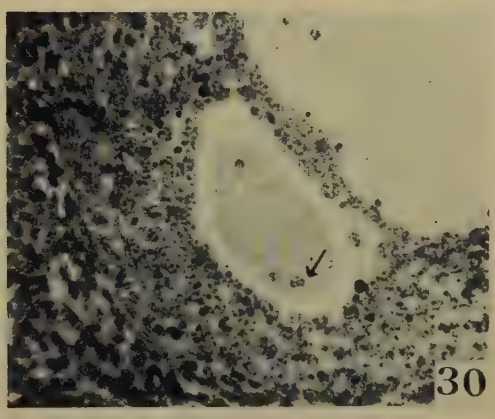

25


26


27


28


29


30

NAKAMURA : Abnormal Ova of Mice

An Improved Technique of the Artificial Insemination in Ducks

Moriyuki WATANABE

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Tables 1–3; Pls. 1–2)

INTRODUCTION

Duck-raising is an important industry in South-Eastern Asia. A great majority of inhabitants in this region are good duck-raisers who are keeping ducks around their living houses. They purchase ducklings from hatcheries and rear them by providing only kitchen or garden refuges, sometimes with an amount of paddy or bran, while most part of feeds is sought by ducklings themselves in such nearly lying water places as ditches, brooks, pools, rice-fields, etc. The total amount of eggs and meat thus produced is enormous, although the most part of them is consumed as home food. In Japan also, duck-raising is not at all negligible, especially in those prefectures as Ōsaka, Kyōto, Niigata, etc.

Undoubtedly duck-breeders should not be exceptional in getting the largest possible number of progeny from an outstanding male by means of artificial insemination.

Several techniques for obtaining the semen in the water-fowl have been reported. SEREBROVSKII & SOKOLOVSKAJA (1934) succeeded for the first time in obtaining semen from the drake and the gander by electric stimulation. Further, ŌNISHI *et al.* (1950; 1955) with ducks and ROSE (1953) and JOHNSON (1954) with geese successfully obtained the semen by massage, and they carried out the artificial insemination with success. The present author in collaboration with SUGIMORI (1955, 1957) have recently reported more in detail the results of collecting the semen by the massage and of insemination with the semen thus recovered. It was found that the semen could be obtained by applying the irritable massage of thighs of the drake with the thumb on one side and the middle finger on the other, the bird being fixed on a specially constructed table.

Nevertheless, it was found that the success of massage method depends exclusively upon the psychological factor of the individual bird. It is an elaborate work to train the drake for 10～15 days until it shows a response to the massage. The time required for inducing the ejaculation and the volume of semen obtained vary exceedingly according to the individual and some birds cannot react at all. As regards the technique of semen injection, the orientation of vaginal orifice and inducing the insemination tube were entirely performed by palpation. It needs naturally a certain skilfulness for manipulation and traumatic injuries or bacterial infection of the uterine wall cannot always be avoided.

From this standpoint of view, further experiments were undertaken for the improvement of the technique both in collection and injection of semen.

The ducks here used were of the Japanese Improved Breed, the so-called "Ōsaka-duck", which was incubated in the Ōsaka Duck-Hatchery and raised further in our laboratory pens. Eight males for semen collection and ten females for insemination were employed; all of them were likewise 361 days old at the commencement of the experiment.

The author wishes to acknowledge the helpful encouragement during this work of Dr. J. YAMANE, formerly Dean of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University.

EXPERIMENTS

A. Collecting the semen by electric stimulation

For the electric stimulation, an apparatus constructed for applying to the goat and the sheep by FHK Co. Ltd., Tokyo, was applied (Pl. 1, Fig. 1).

For fixing the drake a small wooden table with a height of 25 cm, a width of 21 cm and a length of 24 cm was employed, having been equipped with a side plate of 45 cm in height and 8 cm in width (WATANABE & SUGIMORI, 1957). An electric pole, a sharp needle, attaching to the said apparatus was sticked to the hypoderm of the sacral region and the other one, a blunt rod, was inserted into the vent. 30 volts and 0.06～0.08 amperes of an alternating current was turned on for 3 seconds and repeated by using a contact-breaker from three to five times with an interval of 5 seconds. At every turning of the current the bird shows a momentary rigidity. Upon sufficient stimulation, the bird flaps reflexively its tail revealing the emission of semen. In contrast with the massage in which the penis unexceptionally elongates outside the vent (WATANABE & SUGIMORI, 1957, Figs. 2 & 4), this organ remains always *in situ* though it shows some stiffness. By pressing the stiff penis by a hand, the semen can be received in a graduated tube of funnel shape. The collected semen was examined with respect to volume, sperm density and pH-value. In counting the number of sperm the percentage of deformity was taken also in consideration, the total number of sperm counted varying from 500 to 1,200. As control, the massage previously reported was parallelly applied to two drakes in the same season: April 25 to July 22,1957.

For judging the fertility of semen thus obtained, it was diluted ten times with the physiological saline solution (0.85%) and 0.3 cc. of this mixture was inseminated to each duck. Further technique of insemination will be described in the following pages.

Results of experiments on collecting semen are summarized in the Table 1.

At statistical treatment of the above data, it was found that there is a significant difference in the number of sperm per unit volume of semen, revealing

$$t_0 = 2.807 < t = 6.446$$

As a matter of fact, the semen obtained by electric stimulation shows always thick, creamy color whereas in the case of massage method it is thin and milky white in color. For the volume of single ejaculate, in consequence, the total number of sperm per ejaculate, it was hardly possible to find out any statistical significance because of technical difficulties of determining the exact volume below 1 ml. With respect to the pH-value and the percentage of deformed sperm there seemed to be no significant difference between both the methods, since it resulted

for the pH-value of semen $t_0 = 2.807 > t = 0.847$ and

for the percentage of deformed sperm $t_0 = 2.807 > t = 0.814$

The semen obtained by the electric stimulation was tested for its fertility by artificial

insemination during a span of May 19th to June 3rd, 1957. Eggs laid after the insemination were put into an incubator at 10.00 a. m. every day and candled on the 5th day of incubation which was continued during a week after the apparent cessation of development.

Results of incubation test are summarized in the Table 2.

Table 1. Volume, sperm density, pH-value and deformity percentage of the semen collected in two ways.

	Method of collection	Number of ejaculates	Mean	Range	Confidence limits (95%)
Volume of a single ejaculate (ml)	Electric stimulation	19	0.326	0.10～0.75	±0.08
	Massage	6	0.233	0.05～0.45	±0.14
Number of sperm in $1mm^3$ of semen (million)	Electric stimulation	19	4.624	2.210～8.660	±0.89
	Massage	6	0.883	0.340～1.360	±0.45
Total number of sperm (hundred million)	Electric stimulation	19	16.082	4.420～51.960	±6.12
	Massage	6	2.137	0.680～5.625	±2.09
pH-value	Electric stimulation	19	6.78	6.4～7.0	±0.09
	Massage	6	6.73	6.6～6.8	±0.10
Deformity percentage (%)	Electric stimulation	19	20.13	16.06～23.44	±0.98
	Massage	6	20.87	19.32～23.94	±1.66

As a whole, the fertility test in the artificial insemination of poultry can be determined from two points of view, i. e. the rate of the number of fertilized females to the total number of females inseminated, viz. the absolute fecundity and the rate of the number of fertilized eggs to the total number of eggs produced, viz. the relative fecundity. In the present experiment with ducks it was found that the absolute and relative fecundity amounted to 66.7% (6 : 9) and 86.3% (19 : 22) respectively.

Aside from the low fecundity of ducks due to the unfavorable season,[1] there seems to be no difference between the fertility of semen collected by electric stimulation and massage, since the relative fecundity in the former method was 86.3% (19 : 22) and in the latter 85.0% (124 : 146) as already reported (WATANABE & SUGIMORI, 1957).

It is not out of place here to mention that the drake employed in the electro-ejaculation above described did not show subsequently any unfavorable influences upon the health, the body weight, productivity of the semen, etc.

1) During the insemination experiment, all ducks were more or less coming to the non-productive period.

Table 2. Results of artificial insemination with semen collected by electric stimulation.

Duck No.	Days following insemination											A	B	C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	−	+	+	+	+	+	+	0	0	−	0	6	6	6
2	−	−	+	−	−	−	−	−	−	0	0	1	2	1
3	−	−	−	−	−	−	−	0	0	0	0	—	—	—
4	0	0	0	0	0	0	0	+	0	−	−	1	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—
6	−	−	−	−	−	−	0	−	0	0	0	—	—	—
7	−	−	−	−	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—
8	−	+	+	+	−	−	0	−	0	−	−	3	3	3
9	−	+	+	−	+	+	−	+	0	0	0	7	7	5
10	−	+	+	0	+	0	0	0	0	0	0	4	3	3
Total												22	22	19
Mean												3.6	3.6	3.1

Absolute fecundity 66.7% (6 : 9)
Relative fecundity 86.3% (19 : 22)

Remarks :

A. Duration of fertility of semen in days.

B. Total number of eggs laid from the second day after insemination until the disappearance of fertilized egg.

C. Number of fertilized eggs per duck.

+ Fertilized egg; − Unfertilized egg; 0 Not laid.

Data of the duck No. 5 was excluded from the calculation of means because of complete infecundity during the whole experiment.

B. Technique of insemination by applying a special speculum

A metallic speculum was deviced for orienting the vaginal orifice and inducing the insemination pipette through it. The inserting part of the speculum is 7 cm in length, 1.3 cm in depth and 1.5 cm in width and its handle bending at 145°, measures 14 cm in direct length. The bent of the handle enables the speculum to fix it in the palm of the operator's hand (Pl. 2, Figs.7 & 8).

Semen injection was performed with a glass pipette of 10 cm length and 0.3cc. content which was equipped with a rubber bulb at its hind end. After evacuating the bowl, the duck is carried by an assistant holding its vent upwards, its belly being directed against the operator. The operator, after cleaning the vent with absorbent cotton, inserts the sterilized speculum through which the firmly closed rectal orifice can directly be found in the center of vent by it. On the upper left side of the vent lies the vaginal orifice which is loosely closed. The full length of speculum can easily be inserted through it. Hereupon, the insemination pipette sterilized beforehand is introduced along the speculum until its tip reaches the fore end of the speculum, and the content is injected by pressing its rubber bulb (Pl. 2, Figs. 9–12).

The time needed for the whole procedure from insertion of the speculum to the semen injection did not exceed more than one minute; it can be performed with a striking readiness without worry of infection or injury.

In the fertility test of the semen thus injected, the absolute and relative fecundity revealed 80% (8 : 10) and 88% (22 : 25) respectively, as shown in Table 3.

Table 3. Results of artificial insemination in ducks.

Duck No.	Days following insemination										A	B	C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	—	—	—
2	−	+	+	+	+	−	−	−	−	−	4	4	4
3	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	1	1	1
4	0	+	−	0	+	+	−	−	−	−	5	4	3
5	−	+	+	+	0	−	−	−	−	−	3	3	3
6	−	+	+	+	−	−	−	0	0	0	3	3	3
7	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	1	1	1
8	−	+	+	+	−	−	+	−	−	−	6	6	4
9	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	—	—	—
10	−	+	+	+	−	0	−	−	−	−	3	3	3
Total											26	25	22
Mean											3.3	3.1	2.8

Absolute fecundity 80% (8 : 10)
Relative fecundity 88% (22 : 25)
Remarks : The same as the preceding table.

It can be concluded, therefore, that there is no difference both in absolute and relative fecundity of the semen between the palpation and the speculum application, while the time required for injection is incomparably short in the latter case.

SUMMARY

1) An improved technique of artificial insemination in ducks has been described in comparison with the manual method previously reported.

2) Semen of the drake could be collected momentarily with a striking readiness by intermittent turning 30 volts and 0.06～0.08 amperes of an alternating current. It is more advantageous than the massage method in which the psychological response of the bird is a prevailing factor.

3) For injection of semen, the application of a special speculum and a glass-pipette made the manipulation exceedingly easy. There is no more worry of infection and injuries to the female genital tract.

4) In view of the fertility of semen, no difference was found between the electric stimulation and the massage, in both the methods the relative fecundity being about 85～86%.

5) The technique above described is, therefore, practically more applicable for the duck-raising industry.

REFERENCES

JOHNSON, A. S. 1954. Artificial insemination and the duration of fertility of geese. Poultry Sci., **33** : 638–640.

ŌNISHI, N., FUTAMURA, K., KATO, Y. & AKAMATSU, S. 1950. Studies on the artificial insemination in ducks. Chikusan-no-kenkyū (Animal Husbandry), **4** : 19–20 (in Japanese).

ŌNISHI, N., KATO, Y. & FUTAMURA, K. 1955. Studies on the artificial insemination in ducks. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Series G. No. 11.

ROSE, R. 1953. Artificial insemination of geese. Magazine of Ducks and Geese, **4** : 14.

SEREBROVSKII, A. S. & SOKOLOVSKAJA, I. L. 1934. Electric ejaculation in fowl. Anim. Breed. Abstr. **3** : 73-74.

WATANABE, M. & SUGIMORI, Y. 1955. Studies on the artificial insemination in ducks. Jap. J. Animal Reprod., **1** : 3 (in Japanese).

WATANABE, M. & SUGIMORI, Y. 1957. Studies on the artificial insemination in ducks. Zootecnica e Veterinaria, Anno **XII**, N. 3 : 119-124.

EXPLANATION OF PLATES 1–2

Plate 1

Fig. 1. An electro-ejaculator for goat and sheep constructed by FHK Co. Ltd., Tokyo, which was applied to drake in the present experiment.

Fig. 2. Two electric poles : the sharp one for sticking to the hypoderm of the sacral region and the blunt rod for inserting into the vent.

Fig. 3. A drake prepared for turning the current, two poles being attached.

Fig. 4. At the moment of turning the current, the bird showing rigidity.

Fig. 5. Pressing of the stiff penis by fingers.

Fig. 6. Collection of ejaculated semen into a funnel-shaped tube.

Plate 2

Fig. 7. A vaginal speculum, side view.

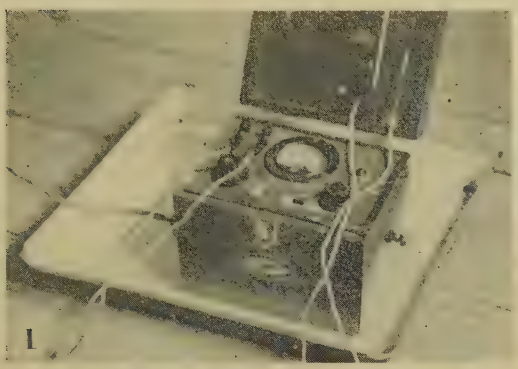
Fig. 8. The same, upper view.

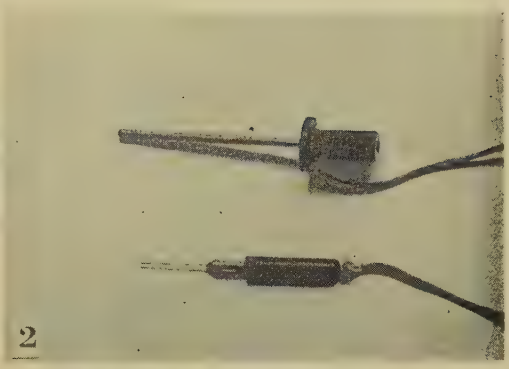
Fig. 9. Equipments for semen injection.

Fig. 10. Orienting of the vaginal orifice in the vent.

Fig. 11. Insertion of the speculum through the vaginal orifice.

Fig. 12. Insertion of an insemination pipette along the speculum.

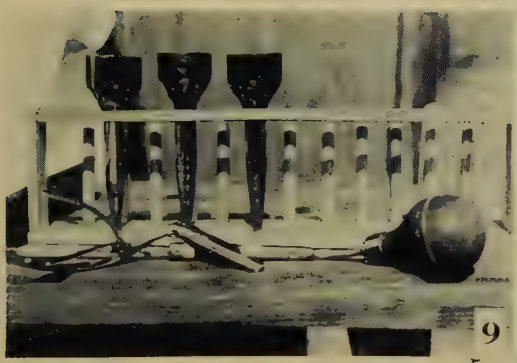




WATANABE : Improved Technique of Artificial Insemination

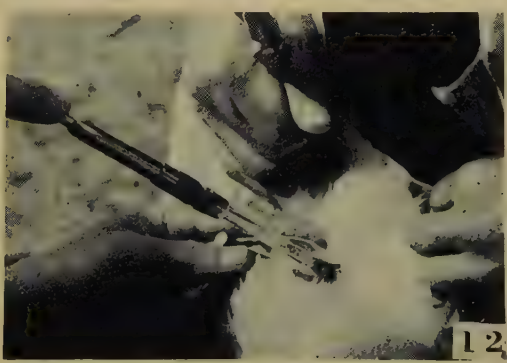
7

8


9

10

11


12

Jahreszeitliche Schwankungen des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse der Kuhmilch

Yūzō ANAGAMA und Takayasu KAMI

Institut für Tierzuchtlehre der Fakultät für Fischerei- u. Tierzuchtlehre an der Universität Hiroshima, Fukuyama, Japan

(Tabellen 1–4)

(I) EINLEITUNG

In den bisher veröffentlichten, zahlreichen Untersuchungen wurde die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Milchmenge und den Fettgehalt der Milch gerichtet. Aber in den letzten Jahren ist der Gehalt an fettfreier Trockenmasse als gleichwertig oder vielmehr wichtiger als der Fettgehalt betrachtet worden. Diese Veränderung ist das Resultat der vergrösserten Erkenntnis des hohen Nährwertes des Milcheiweisses und der anderen Nicht-Fettstoffe.

Über den jahreszeitlichen Einfluss auf die Höhe des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse der Milch fanden RIDDET *et al.*[1] in Neuseeland, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse im Frühling und im Herbst sich verminderte. ROWLAND[2] berichtete, dass in England der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch im Mai und Juni grösser war als im Winter und dass die durchschnittliche Differenz 0.45% betrug. OVERMAN[3] untersuchte die Milch verschiedener Rinderrassen in Staat Illinois in USA und stellte den höchsten Gehalt an fettfreier Trockenmasse im Oktober mit 9.29% und den niedrigsten im Juli mit 9.16% fest. DAVIS *et al.*[4][5] fanden deutliche Zusammenhänge zwischen Jahreszeit und Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch in Staat Arizona in USA, nämlich den höchsten Gehalt im Winter und den niedrigsten im Sommer.

Nach HOSTETTLER[6] wies die Kurve für die fettfreie Trockenmasse der Schweizermilch zwei Maxima in den Monaten Mai (9.09%) und Oktober/November (9.12%) und zwei Tiefpunkte in den Monaten März (8.97%) und Juli (9.01%) auf, und nach ZOLLIKOFER[7] war der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Konsummilch auf dem Platze Zürich im Mai (9.08%) und Oktober (9.06%) der höchste und im März (9.01%) und August (9.00%) der niedrigste.

FEATHERSTONE *et al.*[8] und ROWLAND[9] berichteten, dass in England der Gehalt an fettfreier Trockenmasse im Spätwinter und im Frühjahr oftmals unter 8.5% hinunterging.

FABRIS[10] stellte in seinen umfassenden Untersuchungen über die Zusammensetzung der Kuhmilch im Milano-Distrikt in Italien fest, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse im April mit 9.05% am höchsten und im August mit 8.71% am niedrigsten war.

Nach BAILEY[11] vermehrte sich der Gehalt an fettfreier Trockenmasse in England von April bis Mai, verminderte sich von Mai bis Juli und vermehrte sich wieder von August bis September. PROVAN[12] untersuchte die Milch in England und Wales und fand, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse im März und April sich verminderte und im Juni sich vermehrte. WAITE *et al.*[13] untersuchten die Milch in Schottland und fanden, dass

der Gehalt an fettfreier Trockenmasse von Januar bis zum April am niedrigsten und im Mai und Juni am höchsten war.

SPECHT *et al.*[14] fanden in Staat Michigan in USA die Tendenz, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch im Sommer sich verminderte und im Winter sich vermehrte.

Nach MORIO[15] war der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der rohen, in der Kantō-Gegend (Ost-Japan) gewonnenen Milch im Mai (8.16%) der höchste und im Februar (7.77%) der niedrigste.

Die jahreszeitliche Schwankungen des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse der Kuhmilch müssen demnach in einzelnen Ländern und Gegenden verschieden sein. Die vorliegende Arbeit berichtet über die Ergebnisse der Untersuchung dieses Problems unter dem spezifischen Klima in West-Japan.

(II) MATERIAL UND METHODE

Die Untersuchung wurde ausgeführt an gemischten Milchproben, welche aus den 3 Molkereien der Stadt Fukuyama in Hiroshima-ken in je 5 Tagen von jeder Molkerei monatlich während eines Jahres gewonnen wurden. Die Milchproben wurden in jeder Molkerei aus einem Pasteurisationsapparat von etwa 360 Liter Inhalt gewonnen. Jeder Molkerei wurde täglich von ca. 280 Milchkühen (Holsteinrasse) Milch geliefert.

Die Untersuchung wurde in der Zeit von Mitte November 1955 bis Ende Oktober 1956 durchgeführt.

Die Bestimmung des Trockenmassegehaltes der Milch wurde nach der gewöhnlichen, gewichtsanalytischen Methode ausgeführt, und die Fettbestimmung der Milch wurde nach Gerber ausgeführt. Die Bestimmung des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse wurde aus den Werten des Trockenmassegehaltes und des Fettgehaltes berechnet.

(III) ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG

Tabelle 1. Trockenmassegehalt der Kuhmilch (%)

Monat \ Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Nov. '55	12.00	11.92	11.80	11.68	11.64	11.97	11.60	11.78
Dez.	11.89	11.92	12.04	12.06	12.05	12.02	11.87	12.13
Jan. '56	12.09	11.97	12.35	12.17	12.19	12.00	11.81	11.79
Feb.	12.15	12.17	12.00	11.81	11.99	12.02	12.11	12.08
März	11.85	11.80	11.98	11.92	11.99	12.23	12.05	12.12
Apr.	11.77	11.97	12.03	11.55	11.67	11.84	11.66	11.80
Mai	11.47	11.50	11.47	11.29	11.36	11.62	11.70	11.73
Juni	11.39	11.35	11.58	11.61	11.60	11.39	11.47	11.51
Juli	11.21	11.79	11.12	11.28	11.34	11.28	11.38	11.36
Aug.	11.63	11.51	11.01	10.83	11.05	11.37	11.43	11.20
Sep.	11.59	11.83	12.08	11.58	11.60	11.59	11.55	11.59
Okt.	12.12	11.53	11.60	12.10	11.24	11.39	11.52	11.76

Probe Nr. / Monat	9	10	11	12	13	14	15	Mittel
Nov. '55	11.89	11.87	11.99	12.06	11.93	12.08	12.00	**11.88**
Dez.	12.00	11.99	11.97	11.90	11.83	11.79	12.07	**11.96**
Jan. '56	11.83	12.02	12.21	12.07	12.14	12.05	11.87	**12.04**
Feb.	12.04	12.00	12.27	12.12	11.94	11.99	12.24	**12.06**
März	12.00	11.82	11.86	12.01	11.87	11.72	11.67	**11.93**
Apr.	11.69	11.60	11.67	11.64	11.78	11.69	11.83	**11.75**
Mai	11.73	11.66	11.75	11.69	11.57	11.77	11.89	**11.62**
Juni	11.07	11.42	11.04	11.57	11.13	11.47	11.36	**11.39**
Juli	11.35	11.39	11.09	11.67	11.68	11.60	11.63	**11.41**
Aug.	11.50	11.40	10.97	11.34	11.36	11.65	11.51	**11.32**
Sep.	11.53	11.33	11.76	11.81	11.51	11.29	11.07	**11.58**
Okt.	11.67	11.55	11.76	11.79	11.76	11.88	12.03	**11.71**

Tabelle 2. Fettgehalt der Kuhmilch (%)

Probe Nr. / Monat	1	2	3	4	5	6	7	8
Nov. '55	3.40	3.40	3.20	3.30	3.20	3.50	3.20	3.40
Dez.	3.40	3.30	3.45	3.50	3.60	—	3.40	3.40
Jan. '56	3.55	3.35	3.65	3.50	3.60	3.60	3.40	3.45
Feb.	3.50	3.55	3.40	3.35	3.40	3.60	3.60	3.55
März	3.40	3.40	3.40	3.40	3.35	3.70	3.60	3.60
Apr.	3.30	3.50	3.40	3.10	3.30	3.30	3.30	3.40
Mai	3.00	3.00	3.15	3.10	2.80	3.15	3.30	3.30
Juni	3.20	3.10	3.50	3.20	3.30	3.20	3.30	3.30
Juli	3.00	3.45	3.20	3.05	3.20	3.20	3.20	3.20
Aug.	3.40	3.25	3.00	3.00	3.10	3.20	3.15	3.05
Sep.	3.35	3.30	3.45	3.20	3.20	3.25	3.25	3.25
Okt.	3.50	3.20	3.20	3.50	3.05	3.20	3.20	3.35

Probe Nr. / Monat	9	10	11	12	13	14	15	Mittel
Nov. '55	3.40	3.50	3.50	3.50	3.50	3.60	3.55	**3.41**
Dez.	3.50	3.50	3.45	3.40	3.40	3.35	3.55	**3.44**
Jan. '56	3.50	3.50	3.60	3.50	3.60	3.50	3.30	**3.51**
Feb.	3.50	3.50	3.60	3.60	3.40	3.50	3.65	**3.51**
März	3.60	3.40	3.40	3.40	3.25	3.25	3.20	**3.42**
Apr.	3.30	3.30	3.20	3.20	3.30	3.15	3.30	**3.29**
Mai	3.25	3.30	3.30	3.20	3.15	3.20	3.35	**3.17**
Juni	3.20	3.25	3.00	3.25	3.10	3.30	3.15	**3.22**
Juli	3.20	3.25	3.30	3.40	3.40	3.40	3.30	**3.25**
Aug.	3.30	3.20	3.00	3.20	3.25	3.35	3.25	**3.18**
Sep.	3.20	3.10	3.40	3.40	3.30	3.05	3.10	**3.25**
Okt.	3.30	3.25	3.40	3.40	3.40	3.45	3.50	**3.32**

Tabelle 3. Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Kuhmilch (%)

Monat \ Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Nov. '55	8.60	8.52	8.60	8.38	8.44	8.47	8.40	8.38
Dez.	8.49	8.62	8.59	8.56	8.45	—	9.47	8.73
Jan. '56	8.54	8.62	8.70	8.67	8.59	8.40	8.41	8.34
Feb.	8.65	8.62	8.60	8.46	8.59	8.42	8.51	8.53
März	8.45	8.40	8.58	8.52	8.64	8.53	8.45	8.52
Apr.	8.47	8.47	8.63	8.45	8.37	8.54	8.36	8.40
Mai	8.47	8.50	8.32	8.19	8.56	8.47	8.40	8.45
Juni	8.19	8.25	8.08	8.41	8.30	8.19	8.17	8.21
Juli	8.21	8.34	7.92	8.23	8.14	8.08	8.18	8.16
Aug.	8.23	8.26	8.01	7.83	7.95	8.17	8.28	8.15
Sep.	8.24	8.53	8.63	8.38	8.40	8.34	8.30	8.34
Okt.	8.62	8.33	8.40	8.60	8.19	8.19	8.32	8.41

Monat \ Probe Nr.	9	10	11	12	13	14	15	**Mittel**
Nov. '55	8.49	8.37	8.49	8.56	8.43	8.48	8.45	**8.47**
Dez.	8.50	8.49	8.52	8.50	8.43	8.44	8.52	**8.52**
Jan. '56	8.33	8.52	8.61	8.57	8.54	8.55	8.57	**8.53**
Feb.	8.54	8.50	8.67	8.52	8.54	8.49	8.59	**8.55**
März	8.40	8.42	8.46	8.61	8.62	8.47	8.47	**8.51**
Apr.	8.39	8.30	8.47	8.44	8.48	8.54	8.53	**8.46**
Mai	8.48	8.39	8.45	8.49	8.42	8.57	8.54	**8.45**
Juni	7.87	8.17	8.04	8.32	8.03	8.17	8.21	**8.17**
Juli	8.15	8.14	7.79	8.27	8.28	8.20	8.33	**8.16**
Aug.	8.20	8.20	7.97	8.14	8.11	8.30	8.26	**8.14**
Sep.	8.33	8.23	8.36	8.41	8.21	8.24	7.97	**8.33**
Okt.	8.37	8.30	8.36	8.39	8.36	8.43	8.53	**8.39**

Tabelle 4. Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im Fukuyama-Distrikt

Monat	Nov. 1955	Dez.	Jan. 1956	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.
Lufttemperatur (°C)												
Min.	0.9	−2.7	−5.4	−5.2	−3.4	0.1	6.4	11.5	18.3	16.1	11.1	6.4
Max.	20.4	18.2	16.5	13.6	22.3	24.4	25.8	32.1	35.7	36.1	33.9	28.2
Mittel	9.7	6.8	3.7	3.4	8.0	12.4	16.6	21.5	26.1	25.7	23.1	17.3
Luftfeuchtigkeit (%)												
Mittel	77	77	75	70	79	72	81	83	82	79	83	79

(Nach den Messungen der Wetterwarte Matsunaga)

Aus Tabelle 3 ist es ersichtlich, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch im Februar mit 8.55% am höchsten und im August mit 8.14% am niedrigsten ist. Der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch im Februar ist im Durchschnitt beinahe gleich dem durchschnittlichen Gehalt im Dezember, Januar oder März, aber er ist bedeutend höher als die durchschnittlichen Gehalte anderer Kalendermonate. Und der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch im August ist im Durchschnitt beinahe gleich dem durchschnittlichen Gehalt im Juni oder Juli, aber er ist bedeutend niedriger als die durchschnittlichen Gehalte anderer Kalendermonate.

Worauf ist es nun zurückzuführen, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch im Winter sich vermehrt und im Sommer sich vermindert ? Hinsichtlich dieser Frage geben mehrere Autoren interessante Nachrichten. RIDDET *et al.*[1] fanden, dass der Gehalt an fettfreier Trockenmasse der Milch bei Unterernährung der Milchkühe sich verminderte, und sagten, dass die Verminderung des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse im Frühling und im Herbst auf die Unterernährung der Milchkühe in diesen Jahreszeiten zurückzuführen sein möchte. RIDDET *et al.*[16] berichteten, dass die Verminderung des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse der Milch bei Unterernährung der Milchkühe durch Verminderung des Eiweissgehaltes der Milch verursacht wurde, und dass die Verminderung des Milchzuckers dabei nur gering war. Ebenso betrachtete ROWLAND[2] die Verminderung des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse als das Resultat der Unterernährung der Milchkühe. ROWLAND[17] fand, dass die energiearme oder eiweissarme Fütterung der Kühe die fettfreie Trockenmasse erniedrigte und dass diese Erniedrigung hauptsächlich durch Verminderung des Eiweissgehaltes der Milch verursacht wurde. Nach FEATHERSTONE *et al.*[8] und ROWLAND[9] wurde die Verminderung des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse unter 8.5% im Spätwinter und Frühjahr hauptsächlich durch Verminderung des Eiweissgehaltes der Milch verursacht. Dagegen sagten FLUX & PATCHELL[18], dass diese Verminderung der fettfreien Trockenmasse infolge Unterernährung der Milchkühe nicht durch Verminderung des Milcheiweissgehaltes, sondern durch Verminderung des Milchzuckers verursacht werden müsste. BAILEY[11] und WAITE *et al.*[13] berichteten, dass die jahreszeitlichen Schwankungen des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse hauptsächlich durch die Fütterung der Milchkühe verursacht wurde. HOLMES *et al.*[19] untersuchten den Einfluss der Fütterung auf die Milchbestandteile und fanden das folgende, interessante Resultat: Wenn das verdauliche Rohprotein in der Kraftfutterration konstant auf 16% gehalten wurde und der Stärkewert von 59% bis 67% vermehrt wurde, dann vermehrte sich schwach die fettfreie Trockenmasse der Milch, und diese Vermehrung wurde beinahe ganz durch Zunahme des Milcheiweissgehaltes verursacht. Keine fernere Vermehrung der fettfreien Trockenmasse wurde mit dem Ansteigen des Stärkewertes von 67% bis 75 % erhalten.

DAVIS[4] berichtete, dass die Verminderung des Gehaltes an fettfreier Trockenmasse der Milch im Sommer vielleicht hauptsächlich durch die sommerliche hohe Lufttemperatur verursacht werden möchte. Tatsächlich fanden REGAN & RICHARDSON[20], dass die hohe Lufttemperatur über 80°F (ca. 27° C) die fettfreie Trockenmasse der Milch erniedrigte. Ebenso fanden COBBLE & RAGSDALE[21] und COBBLE & HERMAN[22], dass die hohe Lufttemperatur über 80°~90°F die fettfreie Trockenmasse der Milch erniedrigte.

In diesem Falle wird die Ursache vielleicht die hohe Lufttemperatur mit der hohen Luftfeuchtigkeit im Sommer im Fukuyama-Distrikt sein (vgl. Tabelle 4). Es bedarf

weiterer Untersuchungen, um diese Frage zu klären.

(IV) ZUSAMMENFASSUNG

Der Gehalt an fettfeier Trockenmasse der Kuhmilch war vom Dezember bis zum März am höchsten und vom Juni bis zum August am niedrigsten.

Die Ursachen für diese Unterschiede werden besprochen, an Hand der bisherigen Untersuchungen anderer Autoren.

Wir danken herzlich Herrn H. HECKER für seine sehr freundliche und sorgfältige Berichtigung des Manuskriptes.

(V) LITERATURVERZEICHNIS

(1) RIDDET, W., CAMPBELL, I. L., MCDOWALL, F. H. & COX, G. A. 1941. N. Z. J. Sci. Tech., **23** : 80A.
(2) ROWLAND, S. J. 1944. J. Dairy Res., **13** : 261.
(3) OVERMAN, O. R. 1945. J. Dairy Sci., **28** : 305.
(4) DAVIS, R. N., HARLAND, F. G., CASTER, A. B. & KELLNER, R. H. 1947. J. Dairy Sci., **30** : 415.
(5) DAVIS, R. N., HARLAND, F. G., CASTER, A. B. & KELLNER, R. H. 1947. J. Dairy Sci., **30** : 435.
(6) HOSTETTLER, H. 1948. Die Schweizerische Milchwirtschaft. S. 176.
(7) ZOLLIKOFER, E. 1948. Die Schweizerische Milchwirtschaft. S. 262.
(8) FEATHERSTONE, J., RICKABY, C. D. & CAVELL, A.J. 1951. J. Dairy Res. **18** : 155.
(9) ROWLAND, S. J. 1951. Proc. 11th Int. Congr. Pure and Appl. Chem., London, **3** : 251.
(10) FABRIS, A. 1951. Mondo d. latte, **5** : 460.
(11) BAILEY, G. L. 1952. J. Dairy Res. **19** : 109.
(12) PROVAN, A. L. 1955. J. Soc. Dairy Tech. **8** : 56.
(13) WAITE, R., WHITE, J. C. D. & ROBERTSON, A. 1956. J. Dairy Res., **23** : 65.
(14) SPECHT, L. W., BRUNNER, J. R., MADDEN, D. E. & RALSTON, N. P. 1956. J. Dairy Sci., **39** : 1337.
(15) MORIO, M. 1956. Proc. 14th Int. Dairy Congr., Rome, **1** : 280.
(16) RIDDET, W., CAMPBELL, I. L., MCDOWALL, F. H. & COX, G. A. 1941. N. Z. J. Sci. Tech., **23** : 99A.
(17) ROWLAND, S. J. 1946. Dairy Ind., **11** : 656.
(18) FLUX, D. S. & PATCHELL, M. R. 1954. J. agr. Sci., **45** : 246.
(19) HOLMES, W., WAITE, R., MACLUSKY, D. S. & WATSON, J. N. 1956. J. Dairy Res., **23** : 1.
(20) REGAN, W. M. & RICHARDSON, G. A. 1938. J. Dairy Sci., **21** : 73.
(21) COBBLE, J. W. & RAGSDALE, A. C. 1949. J. Dairy Sci., **32** : 713.
(22) COBBLE, J. W. & HERMAN, H. A. 1951. Mo. Agr. Expt. Sta. Res. Bull. No. 485.

Studies on Physico-Chemical Properties of Expressed Plant Juice in Wintering Naked Barley and Wheat, and Some Effects of Stamping on These Properties of Wheat

Masatoshi OKUHIRO[1)]

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Tables 1–7; Text-figs.1–13)

CONTENTS

(I) Introduction 379
(II) Materials and Methods 380
(III) Results and Discussion 381
i) Top Growth 381
ii) Water Contents 382
iii) Concentration of Expressed Juice 383
iv) Osmotic Pressure 386
v) Relative Viscosity 389
vi) Relative Electric Conductivity 392
(IV) Summary 394
(V) Literature 395

(I) INTRODUCTION

There are many studies with regard to both cold and drought resistance of plants investigated from the agronomical, physiological and ecological points of view. Earnest efforts have been concentrated on clearing up the internal factors of plant hardiness against both cold and drought injuries. To clarify such internal factors, many investigators tried to examine physico-chemical properties of plant cell sap, such as osmotic pressure, cell sap viscosity and so on. An examination of changes of these factors in plants under natural and artificial conditions, for example, by freezing plants by either natural low temperature or artificial refrigeration, may give some suggestions to the problem concerning what kind of materials in plants participate in these factors. With observation in farms, these suggestions may become an approach to the real causes of both cold and drought resistance. The author, limiting the problem to the cold resistance of wheat and naked barley plants, experimented on these internal factors from 1955 to 1956 in the Laboratory of Crop Science, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University.

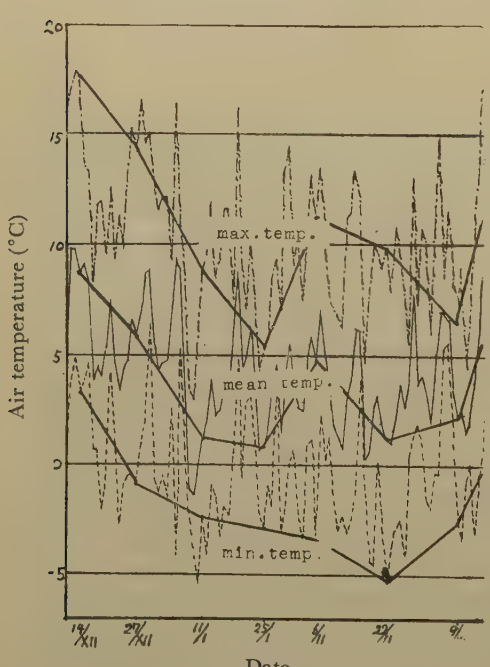
The author wishes to thank Prof. H. HASEGAWA, Assistant Prof. T. NAGAI of the Department of Agriculture, Kyoto University, Prof. R. TAGUCHI of the Department of Textile Industry of Shinshu University, Assistant Prof. Y. MIYAZAKI of Hiroshima

1) Present Address: Section of Text-books, Bureau of Primary and Middle School Education, Ministry of Education.

Agricultural College, Prof. M. IKEDA and Assistant A. MATSUI of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, all of whom gave valuable advice and useful suggestions, and afforded many facilities to perform this study.

(II) MATERIALS AND METHODS

Plants used were a local variety of naked barley, named *Shirochinko* and that of wheat named *Shikoku no. 65*. They were sown in two lines a row, 3 *shaku* (approximately 0.9090 m.) apart from each other, at the rate of 4 *sho* (approximately 7.2156 lits.) per *tan* (approximately 991.736 m^2.), in the attached farm of Hiroshima University on Dec. 16, 1955. Fertilizers were applied at the rate of $(NH_4)_2SO_4$: 17 *kan* (approximately 63.75 kg.), KCl: 6 *kan* (approximately 22.50 kg.) and $Ca(H_2PO_4)_2$: 15 *kan* (approximately 56.25 kg.) per *tan*. Materials were carefully sampled at 10 a. m. each 10 days by means of thinning out of individuals planted. All leaves of plants used for tests were sampled from the early stage of growth to the jointing stage. Sampling was somewhat delayed when the rainfall occurred. Stamping treatments were performed only in wheat plots twice in winter, that is, the first, on January 11 and the second, on February 23. Fine cut samples were put into hard glass-medicine bottles, 500 c.c. by volume. These bottles were respectively placed in tin-cans for heating by boiling water for 2½ hours. After heating and subsequent cooling, the plant sap was squeezed out from materials under the pressure of 250 kg/cm^2, and centrifuged for ten minutes which the speed of 3000r/min. Upper cleared portion of the sap was used for tests of the following physico-chemical properties: (1) relative viscosity (by Ostwald's viscosimeter), (2) specific gravity (by Ostwald's pycnometer), (3) cell-sap concentration (by hand refractometer), (4) osmotic pressure (by Beckmann's apparatus for freezing points depression) and (5) relative electric conductivity (by Wheatston's bridge).



Text-fig. 1. Daily changes of atmospheric temperatures from Dec. 10 to March 9.

For the calculation of the osmotic pressure by the freezing points depression, Harris & Gortner's table was used.

The relative viscosity, specific gravity and relative electric conductivity were estimated with solutions kept at 25°C. Water contents were determined by drying the fresh samples placed in an oven kept at 105° C.

The author used the formula by TAGUCHI (1954) for the purpose of calculating the corrected indices which are useful for eliminating the effects of water contents upon those factors mentioned above.

$$n(T) = \frac{n' \times W(T)}{10}$$

$n(T)$ ·····the index of the respective factors measured, corrected by the water contents based on $W(T)$.

$W(T)$ ·····the water contents based on dry matter.
n' ····· ··the respective factors measured.

Daily changes of air temperatures, including mean, maximum and minimum, were measured in order to find their effects upon plant growth and to interpret the relationship between those factors and the growth.

(III) RESULTS AND DISCUSSION

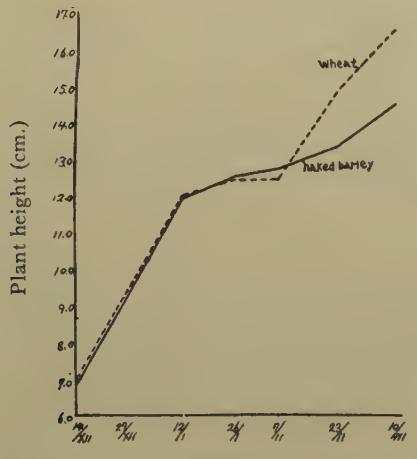
i) TOP GROWTH

Top growth of plants, especially plant height and number of tillers, during the course of the growth was shown in Table 1 and Text-fig. 2.

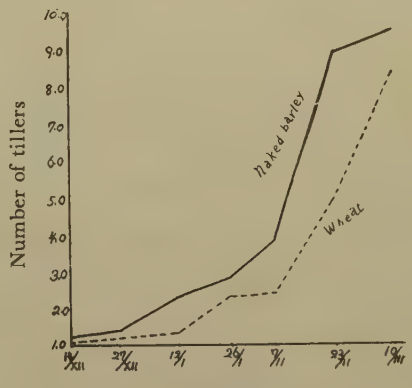
Table 1. Plant height and tillers of both naked barley and wheat plants.

Date	*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*	
	Plant height	Number of tillers	Plant height	Number of tillers
14/XII	6.8cm.	1.2	7.0cm.	1.1
27/XII	9.1	1.4	9.2	1.2
12/I	11.9	2.3	12.0	1.3
26/I	12.5	2.8	12.4	2.3
7/II	12.7	3.8	12.4	2.4
23/II	13.3	8.8	14.7	4.9
10/III	14.4	9.4	16.4	8.3

As shown in Table 1 and Text-figs. 2 and 3, the increase of plant height was very slow during the winter season in both naked barley and wheat plants, but with the rise of temperature in early March, they elongated remarkably. Number of tillers of both plants increased gradually as well as plant height in winter, but in early February they increased



Text-fig. 2. Plant height of naked barley and wheat plants.



Text-fig. 3. Number of tillers of naked barley and wheat plants.

strikingly.

But the naked barley plants were more flourishing in tillering than the wheat plants during the cold season. Even though some symptoms of cold injuries were shown at the tips of leaves in naked barley plants on January 11, when the air temperature dropped remarkably (min. temp.−7°C), while wheat plants were not damaged at all.

The observation made by YAMAZAKI (1931) was that hardy wheat varieties grew very slowly in contrast to less hardy ones during the cold period.

This fact which exhibits the difference of hardiness between the two varieties corresponds to that between wheat plants and less hardy naked barley plants.

ii) WATER CONTENTS

Water contents of plant tissues may be regarded as an index of their vitality. Therefore a large amount of water is usually found when plants grow very vigorously.

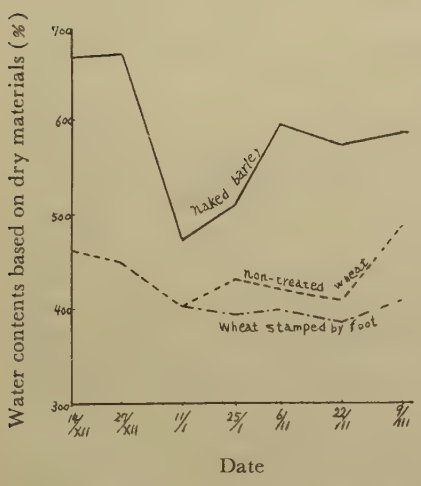
ALEKSEEV & GUSEV (1950) reported that the intensity of transpiration was directly related to the amount of free water ($r=0.76$). According to KUMAR (1952) daily changes of water contents of leaves run in parallel with the intensity of photoperiodic functions. DEMIDENKO & PORUTSKII (1953) said that the rest period in the plant growth generally corresponded to a period of a sharp decrease of free water contents in the root tissues, and of the lowered activity of root auxins. For all that it was different among species, varieties and environmental factors, the overwintering crops decline their vegetative growth remarkably during the period of cold weather, that is, it may be possible to consider that they are in a state of dormancy. Water contents of plants during this season decrease usually to a high degree. This fact is reported by many other investigators on miscellaneous plants, such as ISHIKAWA & SATO (1941) in medic, YAMAMOTO & OIZUMI (1951) in barley, TAGUCHI & MIYAZAKI (1953) in onion, and MIYAZAKI (1955) in chive.

Lower contents of water in plant tissues make plant more tolerant to cold. ANDO (1919) attributed the difference in the cold resistance among wheat varieties to the lesser amount of water contained. MARTIN (1927) reported that hardy wheat varieties contained less water than less hardy ones, and water contents of winter wheat decreased by hardening. SILKET *et al.* (1937) said that alfalfa varieties containing a large amount of water in the root tissues were less hardy. According to LAUDE (1937), there was a negative correlation between the cold resistance of winter wheat, rye and oats, and the water contents of these plants.

Such a relation was observed also in the leaves of several fruit trees by KOMA *et al.* (1955). Seasonal changes of water contents of both naked barley and wheat are shown in Table 2 and Text-fig. 4. The author did not use the water contents which were based upon the volume of tissue powder, because of the difficulty of obtaining uniform powder from fibrous tissues such as leaves of wheat. Naked barley plant (*Shirochinko*) contained a large amount of water at the early stage of the growth when the air temperature was still fairly high, but its water content dropped remarkably with the approach of the cold weather. Soon after the season the water contents recovered again and increased gradually up to the peak which was found on March 22 with the rise of temperature.

Table 2. The percentage of water contents based on raw and dried materials, and the relative values calculated regarding the first measurement as 100 (1955).

Date	Water contents based on raw materials						Water contents based on dried materials					
	Shirochinko		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped		*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped	
	%	rel. val.	%	rel. val.	%	rel. val.	%	rel. val.	%	rel. val.	%	rel. val.
14/XII	86.9	100.0	82.2	100.0	——	——	666	100.0	462	100.0	——	——
27/XII	87.0	100.0	81.8	99.5	——	——	670	100.6	449	97.2	——	——
11/I	82.5	94.9	80.1	97.4	——	——	473	71.0	403	87.2	——	——
25/I	83.0	96.2	81.1	98.7	79.7	97.0	509	76.4	431	93.3	393	85.1
6/II	85.6	98.5	80.8	98.3	80.0	97.3	596	89.5	420	90.9	399	86.4
22/II	85.2	98.0	80.3	97.7	79.4	96.6	574	86.2	408	88.3	386	83.5
9/III	85.4	98.3	83.0	101.0	80.3	97.7	586	88.0	488	105.6	408	88.3



Text-fig. 4. The percentage of water contents based on dried materials of both naked barley and wheat plants.

Wheat contained, in general, a smaller amount of water than naked barley from the early stage of the growth to the early spring. Though the water contents of wheat decreased as in naked barley during cold season, the degree of the decrease in wheat was smaller than that in naked barley, as shown in Text-fig. 4.

Water contents of wheat were lowered by stamping as reported by OTANI (1950). As mentioned above, the higher amount of water of naked barley at the early stage of growth and during the period of cold weather and those which changed more widely than in wheat, might be caused by tissues with active functions in naked barley. In consequence, naked barley might be more susceptible to low temperature than wheat. It was supposed that the smaller water-retaining power of naked barley might display lower resistance at those times. On the contrary, wheat existed in the state of dormancy, in which its water contents were so small and tissues were not so active that the plant could endure the cold weather. Such a presumption might be drawn from the fact already mentioned by YAMAZAKI (1931) that less hardy wheat varieties showed more vigorous growth during the cold period as compared with hardy varieties.

iii) CONCENTRATION OF EXPRESSED JUICE

The concentration of the expressed juice meaured by means of the hand refractometer shows the total amount of soluble substances existing in the plant juice. According to many reports, the concentration of cell sap increases in general when plants are exposed

to low temperature. The cell sap concentration of hardy plants and varieties is therefore higher than that of less hardy ones.

WALTER (1925, 1926) said that the higher the cell sap concentration was in cold winter, the larger the resisting power was against sudden changes of environmental factors.

MARTIN (1927) reported that hardy wheat varieties showed high refractive indices. According to CONSTANTINESCU (1933), the total amount of dry matter in the expressed juice of barley increased when exposed to low temperature.

DEXTER (1933) recognized a close relation between total amounts of nutrients assimilated in plant and the cold resistance. EBIKO & WATANABE (1934) observed that when cultivated at low temperature, the refractive index of the expressed juice in young wheat plants belonging to the spring-type was smaller than that of the winter-type, and that the refractive index increased with sharp drop of air temperature. TAGUCHI & MIYAZAKI (1953) reported that the cell sap concentration of the bulbs of onion remarkably increased in cold winter. They presumed that such a phenomenon meant changes of physiological conditions of the plant for resisting against low temperature. MIYAZAKI (1954) recognized the remarkably increased concentration of the expressed bulb juice of chive was caused not only by the decrease of water contents but also by accumulation of soluble substances in bulbs.

The results obtained by the author on both naked barley and wheat are shown in Table 3 and Text-fig. 5.

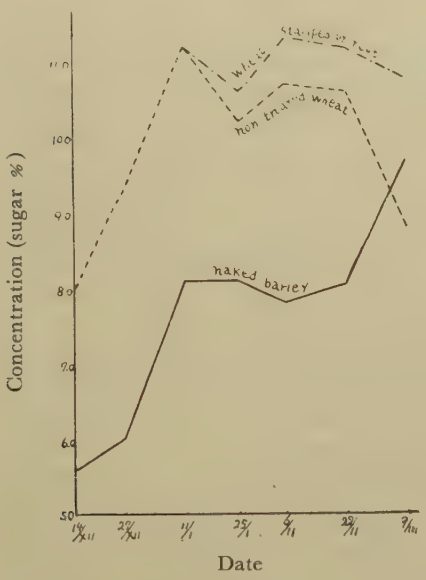
The concentration of the expressed juice in naked barley was low at the early stage of the growth, and with the sharp drop of air temperature in January it increased remarkably and kept high values during the cold season. This fact can be considered to show the difference of hardy characters between wheat and naked barley. The concentration of the expressed juice depends not only upon total amounts of soluble substances in it, but also on the water contents of the plant. Therefore, the presumption of the net amounts of soluble substances in the juice needs to eliminate the effects of water contents on the concentration of the juice. The author calculated the corrected indices using the formula proposed by TAGUCHI (1954).

Table 3. The concentration of the expressed juice (sugar %) and the corrected indices of both naked barley and wheat.

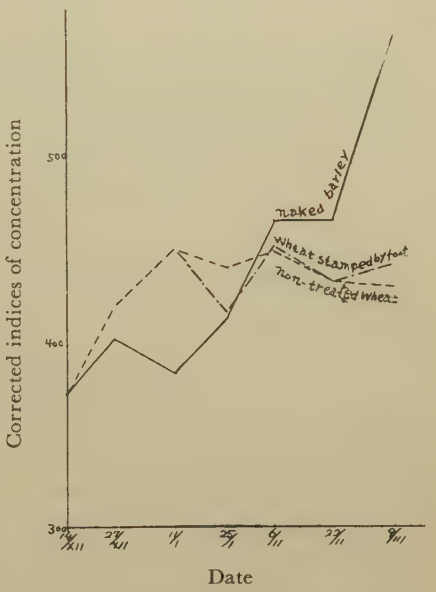
Date	Concentration of expressed juice measured (sugar %)						Corrected indices					
	Shirochinko		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 55* stamped		*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped	
	conc.	rel. val.	conc.	rel. val.	conc.	rel. val.	conc.	rel. val.	conc.	rel. val.	conc.	rel. val.
14/XII	5.6	100.0	8.0	100.0	——	——	372	100.0	370	100.0	——	——
27/XII	6.0	107.1	9.3	116.3	——	——	402	108.1	418	129.7	——	——
11/I	8.1	144.6	11.2	140.0	——	——	383	103.0	450	121.6	——	——
25/I	8.1	144.6	10.2	127.5	10.0	132.5	412	110.8	440	118.9	417	112.7
6/II	7.8	139.3	10.7	133.8	11.3	141.3	465	125.0	449	121.4	451	121.9
22/II	8.1	144.6	10.6	132.5	11.2	140.0	465	125.0	432	116.8	432	116.8
9/III	9.7	173.2	8.8	110.0	10.8	135.0	568	152.7	429	115.9	441	119.2

The corrected indices are shown in Table 3 and Text-fig. 6.

The lower corrected indices in naked barley at the early stage of the growth explained that the total amount of soluble substances in the expressed juice did not increase at that period. It increased by degrees since early February and reached its peak from the latter part of that month to early March. In the case of wheat, the total amount of soluble substances was not so large as in naked barley at the early stage of the growth.



Text-fig. 5. The concentration of the expressed juice (sugar %) of both naked barley and wheat plants.



Text-fig. 6. The corrected indices of the concentration of both naked barley and wheat plants.

With the approach of cold season, it increased remarkably and kept large values till about early March. From the data of both the corrected indices and water contents, the marked increase of concentration of the expressed juice in naked barley was fairly affected by the decrease of water contents in early winter, but it was associated with both the decrease of water contents and the increase of the total soluble substances in wheat.

For all that naked barley showed larger amount of total soluble substances (corrected indices) than wheat on February 6 and 22, inverse relationship held for actual concentration measured in both plants at those times. This might be due to lower content of water in wheat, judging from the data of water contents.

Changes of the concentration of the expressed juice surveyed in the both plants during cold season, suggest a close relationship between the concentration of cell sap and the cold resistance, as considered in relation to their hardiness under field conditions.

The concentration in wheat which was stamped by foot was usually larger than that of the non-treated.

The total soluble substances in the juice scarcely increased by means of stamping during cold weather season as shown in Text-fig. 4. Therefore the larger concentration of the expressed juice in stamped wheat was presumed to be chiefly caused by the marked decrease

of water contents, referring to the data of both the corrected indices and the water contents.

iv) OSMOTIC PRESSURE

Many investigations on the osmotic pressure were also conducted with regard to both cold and drought resistance. GAIL (1926) and JANSEN (1929) reported that with the approach of cold weather, the increased osmotic pressure of plant-cell sap, caused by the transformation from starch to sugars, made plants more hardy.

ONODERA & TAKASAKI (1930) said that the osmotic pressure of winter crops increased from autumn to winter in general, but causes of the cold resistance could not be explained merely by the osmotic pressure. According to CONSTANTINESCU (1933), the osmotic pressure of barley increased when exposed to low temperature. KAKIZAKI (1936) reported that the rise of the osmotic pressure of the leaf sap in wheat was found with the approach of snowing season. According to SHIMURA (1940), higher osmotic concentration of tea leaves went hand in hand with the decrease of water contents, and the osmotic pressure of hardy varieties was superior to that of less hardy ones in severe cold winter, but such a relationship went out of order under warmer temperature condition. ISHIKAWA & SATO (1941) reported that the osmotic pressure of both medicago and oil rape increased as the season proceeded, and there was a negative correlation between the water contents and the osmotic pressure. YAMADA (1948) observed that wintering wheat plants increased the cell osmotic values. KOZIMA & MURAKAMI (1950) said that the tetraploid plant of *pak-choi* (*Brassica sinensis* L.) was apparently hardier than the diploid one, partly because of the higher osmotic pressure of the former plants. According to MIYAZAKI (1954), the increased osmotic pressure of bulbs of chive made in general an adverse change in contrast to water contents during winter season. This increase of the osmotic pressure depended not only on the decrease of water contents, but also on osmotically active substances accumulated. On the other hand, in relation to drought resistance, GREATHOUSE (1932) observed that soy-bean plants grown on the soil with adequate moisture displayed striking xerophytic characters by the repetition of wilting and recovery with high osmotic pressure in consequence.

ONODERA (1940) reported that both upland and lowland rice plants increased their osmotic concentration with the decrease of the moisture contents in soil, but hardy varieties did not always show the higher osmotic pressure. ILJIN (1953) found a close correlation between the osmotic concentration of cell sap and the drought resistance. AVETISYAN(1954) said that the resistance against wilting was closely related to high concentration of the osmotically active substances, and a large amount of osmotically active substances in stem and leaves made plants comparatively stable for wilting.

According to the reports cited above, it is clear that the osmotic concentration of cell sap is closely related to both cold and drought resistance of plants, and hardier plants against cold and drought injuries have in general higher osmotic pressure than less hardy ones. Moreover, the osmotic pressure increase either when the season proceeds from autumn to winter, or when the hardening is given to plants by the repetition of wilting and its recovery. The actual values of osmotic pressure measured in both naked barley and wheat are shown in Table 4 and Text-fig. 7.

From these it was found that osmotic pressure of these plants increased remarkably with

the marked drop of air temperature (in early January).

After that period, even when low temperature came frequently, it scarcely increased and tended to fall till the end of the experiment.

The osmotic pressure in wheat was always greater than in naked barley during the whole course of the growth. Especially it was conspicuous during cold weather season.

The osmotic pressure in wheat stamped by foot was much higher than any others including the non-treated plant. This fact was quite similar to the results obtained by OTANI (1950).

The osmotic pressure of plant-cell sap is affected not only by the total amount of osmotically active substances, i. e. osmotic concentration, but also by its water contents. For no other reasons but this, high values estimated do not suggest high amount of osmotically active substances.

Effects of water contained must be now eliminated, so that the real osmotic concentration will be found.

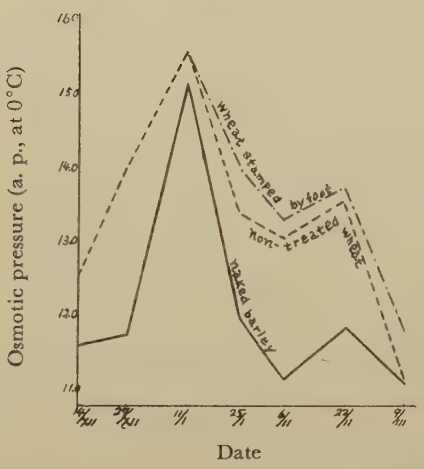
The corrected indices were also used here for the elimination of the influence of water contents.

Table 4. The osmotic pressure measured and the corrected indices on both naked barley and wheat.

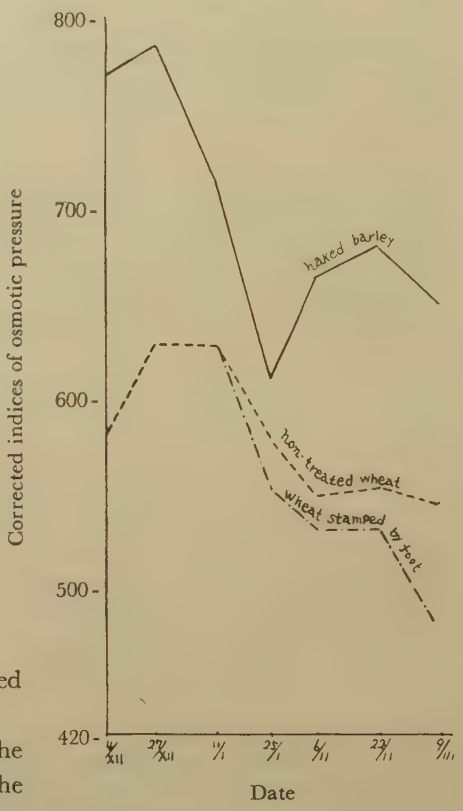
Date	Osmotic pressure measured (a. p. at 0°C)						Corrected indices					
	Shirochinko		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped		*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped	
	val. meas.	rel. val.	val. meas.	rel. val.	val. meas.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.
14/XII	11.56	100.0	12.52	100.0	——	——	769	100.0	579	100.0	——	——
27/XII	11.68	101.0	13.96	111.5	——	——	784	102.0	626	108.1	——	——
11/I	15.04	130.1	15.52	124.0	——	——	711	92.5	625	107.9	——	——
25/I	11.92	103.1	13.36	106.7	13.96	111.5	607	78.9	576	99.5	549	94.8
6/II	11.08	95.8	13.00	103.8	13.24	105.8	660	88.8	546	94.3	528	91.2
22/II	11.80	102.1	13.48	107.7	13.66	109.1	677	88.0	550	95.0	528	91.2
9/III	11.02	95.3	11.08	88.5	11.74	93.8	646	84.0	541	93.4	479	82.7

Such indices are shown in Table 4 and Text-fig. 8. In both naked barley and wheat the largest amount of osmotically active substances was suggested to exist at the latter part of December. The former plant dropped its values succeedingly in general. But the latter kept the maximum value for a short period, namely from the end of December to the early January, and then gradually decreased. As shown in Text-fig. 8, both of the plants ran in a similar way, but naked barley plants were always superior to wheat during the whole course of the growth. Thus higher amount of osmotically active substances presumed and lower osmotic pressure found in naked barley, might be due to its higher water contents in contrast to wheat plants. In the case of naked barley the suggested amount of substances decreased markedly on January 25, but the reason why such a drop happened was never clarified as far as this experiment went.

The stamped wheat showed always higher osmotic pressure than the non-treated, but the supposed amount of osmotically active substances was smaller in the stamped wheat than



Text-fig. 7. The osmotic pressure of both naked barley and wheat plants.



Text-fig. 8. The corrected indices of the osmotic pressure of both naked barley and wheat plants.

non-treated one.

Osmotically active substances in cells consisted chiefly of electrolytes and sugars.

GORTNER & LAURENCE (1921) proposed the ratio of the relative electric conductivity (λ) to the freezing point depression (Δ). This ratio (λ/Δ) means the comparison of the participation degree between electrolytes and organic substances such as sugars in the osmotic concentration.

Values (λ/Δ) obtained in this investigation are shown in Table 5 and Text-fig. 9.

The values of both plants decreased remarkably from the early stage of the growth to the severe cold period, and then increased markedly in early March.

Wheat plants were always inferior to naked barley from the beginning of the experiment to the period when the values reached to the maximum.

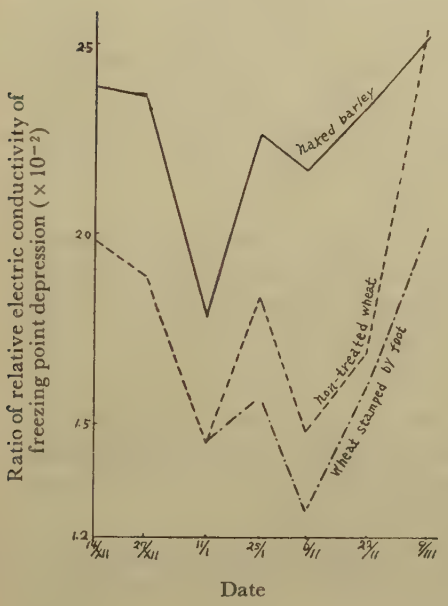
At the early stage of growth, when the temperature was fairly high, the participating degree of electrolytes in the osmotic pressure might be relatively high: organic substances as sugars, however, might influence much more during cold season. The regulation power of the former became larger again with the rise of air temperature.

The values (λ/Δ) in naked barley was superior to those in wheat represented higher participating power of electrolytes in the osmotic pressure, in the case of naked barley plants.

The value of wheat which was stamped by foot was always smaller than that of the non-treated. Namely in wheat, the participating degree of electrolytes in the osmotic pressure

Table 5. The ratio of the relative electric conductivity to the freezing point depression (λ/Δ).

Date	*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped	
	val. meas.	rel. val.	val. meas.	rel. val.	val. meas.	rel. val.
	$\times 10^{-2}$		$\times 10^{-2}$		$\times 10^{-2}$	
14/XII	2.39	100.0	1.98	100.0	——	——
27/XII	2.36	99.0	1.89	95.7	——	——
10/I	1.78	74.4	1.45	73.1	——	——
25/I	2.26	94.7	1.83	92.3	1.57	79.5
6/II	2.67	91.0	1.48	74.6	1.27	64.2
22/II	2.34	98.0	1.69	85.5	1.60	80.7
9/III	2.53	106.1	2.58	130.2	2.02	102.2



Text-fig. 9. The ratio of relative electric conductivity to the freezing points depression ($\times 10^{-2}$) of both naked barley and wheat plants.

decreased by the operation.

Having considered the facts above mentioned, the following conclusions have been drawn:

(a). The osmotic pressure in both plants increased markedly during cold winter and then decreased with the rise of temperature as the growth proceeded.

(b). Such an increase of the osmotic pressure may exert some influence on the resistance against the withdrawal of water from cells. Hardy wheat plants with high osmotic concentration showed much more tolerance than less hardy naked barley with low values, under severe field conditions.

As already described, the high concentration found in wheat was associated with high amounts of osmotically active substances.

v) RELATIVE VISCOSITY

The increase of viscosity of plant juice due to some reasons lowers down the physiological functions of plants such as transpiration, carbon assimilation and so on. The viscosity is affected by the amount of both bound water and hydrophilic colloids in plant cells. Plants exposed to low temperature and drought are said to show higher viscosity in the plant juice.

Therefore it is very important to investigate the viscosity for analysing the internal factors of the resisting power of plants against low temperature and drought.

According to SHREVE (1916, 1923, 1924) and SPOEHR (1919), the cactus plant containing a large amount of hydrophilic colloids than ordinary plants showed a high viscosity. Low transpiration of the cactus grown in the deserts was closely related to the high viscosity of the plant juice.

ALEKSEEV & GUSEV (1950) reported that the intensity of transpiration was correlated positively with the amount of free water, and negatively with the colloidally bound water ($r = -0.78$) and the hydration capacity of the protoplasm colloids ($r = -0.75$). They pointed out from these reasons that the process of transpiration should be studied from the colloid-chemical point of view. DEMIDENKO & PORUTSKII (1953) recognized a sharp decrease of free water contents in the root tissues in the rest period of the plant growth, and moreover a lowered activity of auxins in plants.

As mentioned in the item of the relative electric conductivity, the decrease of velocity of ion movement in solutions is caused by the increase of their viscosity. Such a phenomenon in cell lowers the vitality of cells or tissues, that is, their physiological functions.

MAXIMOV (1929) reported that a greater endurance to drought was attained by an increase of hydrophilic colloid amount. TUMANOV (1927) observed that the plant tissues recovered from drought injury contained in cells more hydrophilic colloid than those which were not damaged. Having investigated the cold and drought resistance on soy-bean, millet and cabbage plants, GREATHOUSE (1932) reported that leaves abundant in hydrophilic colloids and large resisting power against the withdrawal of water and these plants were protected by higher contents of hydrophilic colloids against excessive desiccation caused by heavy transpiration and freezing. DUNN (1933) recognized a close positive correlation between cold resistance of several plants and amounts of dye absorbed, using dye-absorption method. CHANDLER (1941) found that there was a close correlation between frost hardiness and amounts of bound water in wheat and alfalfa.

According to STOCKER (1954), the viscosity of the protoplasm was higher in drought resistant plants. MIKALOVSKII & BORJAKOVSKAYA (1955) reported that hardy clover varieties were characterized by high contents of hydrophilic colloids. MIYAZAKI (1955) reported that hardy fruit trees containing large amounts of water had large amounts of hydrophilic colloids.

TSUTSUMI *et al.* (1956) considered that the increase of cold resistance of tea plants was partly caused by the increase of hydrophilic colloids suggested by the dye absorption test. Because such a basic dye was absorbed only by negative colloids in solution, the existence of such colloids might be effective in increasing the cold resistance.

Changes of the relative viscosity observed in this investigation on both naked barley and wheat are shown in Table 6 and Text-fig. 10.

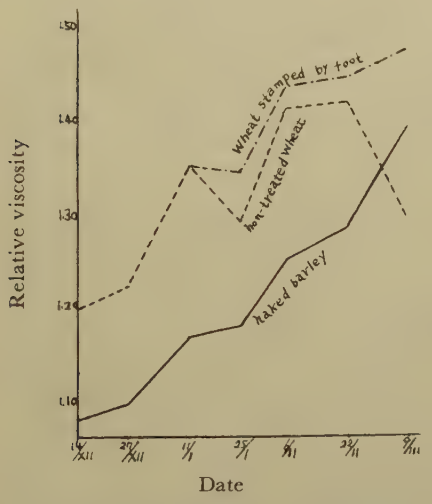
The relative viscosity of the expressed juice in naked barley was the lowest at the early stage of the growth, but after that it increased straight up to early March. In the case of wheat it was also the lowest at the early stage of the growth, and showed a similar tendency as in naked barley and reached the maximum value in late February.

The author supposed that such an increase of relative viscosity in both plants may be connected with the increase of resisting power against low temperature during the cold season.

The higher relative viscosity of wheat as compared with naked barley during the cold weather season, might imply that the former would have larger percentage of bound water in total water than the latter. Such a presumption is reasonable by the fact recognized by OKUNTSOV & TARASOVA (1952) that wheat plants showed the greatest hygroscopic power among the plants experimented, such as wheat, barley and begonia.

Table 6. The relative viscosity and the corrected indices of both naked barley and wheat.

Date	Relative viscosity measured (at 25°C)						Corrected indices					
	Shirochinko		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped		*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped	
	rel. vis.	rel. val.	rel. vis.	rel. val.	rel. vis.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.
14/XII	1.079	100.0	1.197	100.0	——	——	719	100.0	553	100.0	——	——
27/XII	1.096	101.6	1.220	101.9	——	——	734	102.1	548	99.1	——	——
11/I	1.165	108.0	1.348	112.6	——	——	550	76.5	543	98.2	——	——
25/I	1.178	109.2	1.288	107.6	1.343	112.2	600	83.4	555	100.4	528	95.5
6/II	1.247	115.6	1.408	117.6	1.433	119.7	743	103.3	591	106.9	572	103.4
22/II	1.283	118.9	1.417	118.4	1.443	120.5	736	102.4	578	104.5	557	100.7
9/III	1.391	128.9	1.295	108.2	1.465	123.2	815	113.4	632	114.3	601	108.7



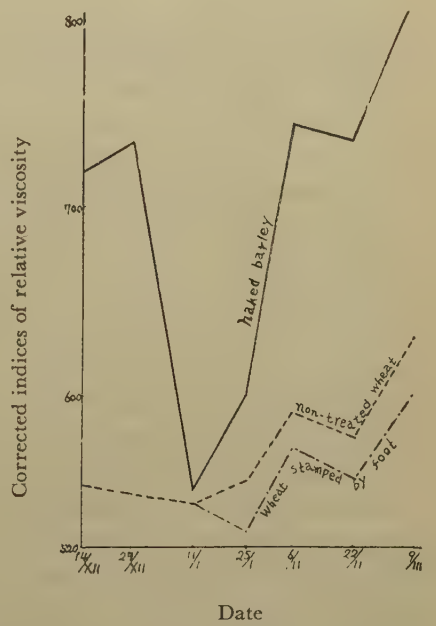
Text-fig. 10. The relative viscosity of both naked barley and wheat plants.

Since the relative viscosity depends not only on amounts of hydrophilic colloids and viscous substances, but also on water contents in cell, it is impossible to presume amounts of hydrophilic colloids and viscous substances contained in the juice merely by the values of relative viscosity measured.

In order to eliminate the influence of water contents upon the relative viscosity, the corrected indices of the viscosity were used as usual and shown in Table 6 and Text-fig. 11.

Corrected indices of the viscosity in naked barley were fairly high at the early stage of the growth and then showed a marked drop running parallel to the remarkable decline of air temperature in early winter.

Those of wheat were markedly low from the early stage of the growth up to late January, and after that period they increased slightly up



Text-fig. 11. The corrected indices of relative viscosity of both naked barley and wheat plants.

to late February being followed by the remarkable increase in early March. It seemed to be chiefly caused by the remarkably lower contents of water in wheat which showed the markedly higher relative viscosity as compared with naked barley (refer to Table 2) notwithstanding the small amounts of active substances of the former.

The relative viscosity in wheat stamped by foot was usually larger than that in the non-treated. An operation like stamping might make the plant more resistant against low temperature. Such an increase of relative viscosity in wheat is not presumed to be dependent on the increase of active substances associated (i. e. hydrophilic colloids and viscous substances), but on the decrease of water contents (refer to Table 2).

vi) RELATIVE ELECTRIC CONDUCTIVITY

DEXTER (1932) measured the relative electric conductivity of the solutions containing electrolytes exuded from frozen plant tissues. In the plants cultivated at high temperature, the electric conductivity of their tissues increased when frozen rapidly. Moreover, the plants hardened at fairly low temperature before frozen, showed the large resisting power against freezing, and the electric conductivity of the frozen tissues was small.

Thereforet he conductivity of the frozen tissues was affected either by the plant growth or by the season in which plants grew. The conductivity in roots of young alfalfa was low, when they were in dormancy, but in the plants growing vigorously it was high. According to CONSTANTINESCU (1933), the conductivity of the exuded solutions was related to the cold resistance of naked barley.

DEXTER (1934) reported that the total amounts of soluble mineral substances in the expressed plant sap of wheat presumed by measuring of the conductivity, were decreased in the plants hardened with the progress of the season. By this reason a negative correlation was found between the hardiness of wheat and the amounts of soluble salts in the expressed sap. He said, therefore, that the hardiness of wheat was concerned with the low concentration of soluble salts in the cell sap. According to TAGUCHI & MIYAZAKI (1953), notwithstanding that the relative electric conductivity went hand in hand with the refractive index of plants growing vigorously, the decrease of the former was not so remarkable as compared with the marked increase of the latter, in the case of the weak plant growth in winter. From these facts, they supposed that an increase of ions happened in the cell sap during the winter season. MIYAZAKI (1954) also observed that the increase of the conductivity was caused by increased amounts of ions in the cell sap in winter. In addition to these, many researchers, such as DEXTER (1933), VAN DOREN (1937), SILKETT *et al.* (1937), BULA (1954), KOMA *et al.* (1955), reported the relationship between plant hardiness and the relative electric conductivity of the exuded solutions of plant tissues.

The relative electric conductivity of the expressed sap corresponds to the concentration of ions produced by the dissociation of electrolytes containing in it. According to YAMASHITA (1948), the conductivity of the cell sap depends not only upon the amounts of electrolytes in the sap, but also on the state of the combination and dissociation. Thus the increase of dissociated ions in cell must render plants active in physiological and chemical functions. However, if the relative electric conductivity increases beyond limit, plants catch disease.

The relative electric conductivity measured in this investigation is shown in Table 7

and Text-fig. 12.

In both plants, the conductivity was similarly decreased from the early stage of the growth to the cold season, but in wheat it was remarkable in contrast to naked barley. As described above, the relative electric conductivity depends not only on the amount of ions, but also on water contents and moreover on the relative viscosity affecting the velocity of ion-movement. Presumption of total amounts of ions from the conductivity needs to eliminate the effects of both water contents and the relative viscosity.

Hence the author calculated the corrected indices as usual for the elimination of those effects.

These corrected indices of conductivity are shown in Table 7 and Text-fig. 13.

In naked barley, the amount of ions in the sap decreased remarkably with the marked drop of the temperature in early winter, and increased straight to early March. In wheat, ion amounts changed in parallel with the conductivity measured, and the decrease of the amount was small as compared with that of naked barley in winter. Moreover, as shown in Text-fig. 13, ion amounts in naked barley were always greater than wheat from the beginning to the end of the experiment.

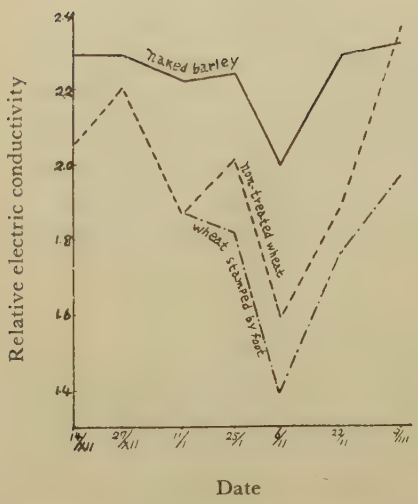
In wheat stamped by foot, both the conductivity and the amount of ions were usually smaller than those of the non-treated. Therefore it is presumed that the amount of ions in wheat cell sap decreased by the operation.

Having referred to YAMASHITA's opinion (1948), the author presumed that the high conductivity in naked barley during the cold winter meant its active physiological functions at those times, and the low conductivity in wheat was due to its low activities. Such a presumption coincides with the fact of the superior hardiness of wheat to naked barley under field conditions.

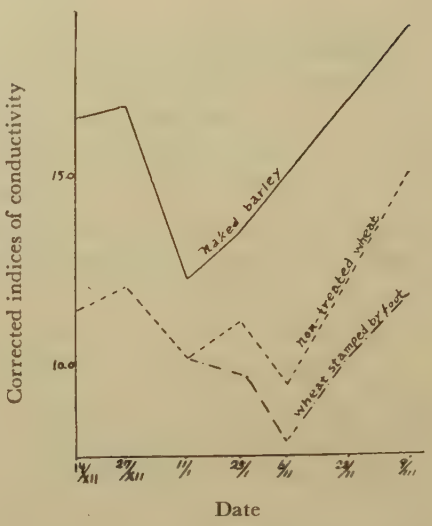
In addition to the fact above mentioned, the stamping method in growing wheat was presumed to be very effective on the hardening of the plant during the cold winter by decreasing the conductivity.

Table 7. The relative electric conductivity and the indices corrected by the corrected values of viscosity of both naked barley and wheat.

Date	Relative electric conductivity measured (mho, at 25°C)						Corrected indices					
	Shirochinko		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped		*Shirochinko*		*Shikoku, no. 65*		*Shikoku, no. 65* stamped	
	val. meas.	rel. val.	val. meas.	rel. val.	val. meas.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.	cor. ind.	rel. val.
	$\times 10^{-2}$		$\times 10^{-2}$		$\times 10^{-2}$							
14/XII	2.29	100.0	2.06	100.0	——	——	16.5	100.0	11.4	100.0	——	——
27/XII	2.29	100.0	2.20	106.8	——	——	16.8	102.1	12.0	105.8	——	——
11/I	2.22	96.8	1.87	90.7	——	——	12.2	74.1	10.1	89.1	——	——
25/I	2.24	97.7	2.01	97.6	1.82	88.7	13.4	81.5	11.1	98.0	9.6	84.7
6/II	2.00	87.2	1.59	77.5	1.39	67.9	14.9	90.1	9.4	82.8	7.9	69.0
22/II	2.29	100.0	1.89	92.1	1.81	88.0	16.9	102.4	12.1	106.3	10.1	88.6
9/III	2.32	101.1	2.37	115.2	1.97	95.8	18.9	114.6	15.0	131.6	11.8	104.1



Text-fig. 12. The relative electric conductivity of both naked barley and wheat plants.



Text-fig. 13. The corrected indices of the conductivity of both naked barley and wheat plants.

(IV) SUMMARY

The author studied the physico-chemical properties of the expressed cell sap in both naked barley (*Shirochinko*) and wheat plants (*Shikoku, no. 65*) during the cold winter, in relation to winter hardiness of these plants.

The main results obtained in this investigation were as follows:

(1) Naked barley plant showed the symptoms of cold injuries at the marked drop of air temperature in early winter, but wheat plant did not at all.

(2) Tillering of less hardy naked barley plant was more vigorous as compared with wheat plant.

(3) The changes of water contents based on dry materials of these two kinds of plants were generally similar, but naked barley plant showed larger amounts of water than wheat plant. Water contents were more changeable with change of air temperature in the case of naked barley plant.

(4) The concentration of the expressed cell sap in both plants increased remarkably, and the concentration in wheat plant was markedly larger as compared with that in naked barley plant. The total amount of soluble substances in cell sap presumed by the corrected indices of the concentration was large in wheat plant and kept nearly constant values, but in naked barley plant an increase of those substances did not happen.

(5) The osmotic pressure of these two plants increased remarkably with the marked drop of air temperature in early winter, but scarcely increased at low temperature which occurred afterwards. Wheat plant showed usually higher osmotic pressure as compared with naked barley plant. The total amount of osmotically active substances suggested from the corrected indices of the osmotic pressure declined with the progress of season in these plants, but in wheat plant it increased somewhat in early winter. Naked

barley plant showed usually the larger amounts of osmotically active substances as compared with wheat plant.

(6) Participating degree of electrolytes in osmotic pressure in contrast to organic substances was small in these plants during the winter season. However, the degree in naked barley plant was usually larger as compared with that in wheat plant.

(7) The relative viscosity increased linearly, in general, with the progress of season in both plants, but in wheat plants it was markedly larger as compared with that in naked barley plant. On the other hand, the total amounts of hydrophilic colloids and viscous substances presumed by the corrected indices of the viscosity were markedly large in naked barley plant, but they declined remarkably in early winter as compared with that in wheat plant.

(8) The relative electric conductivity in naked barley was larger as compared with that in wheat plant and the former plant kept almost constant values. But in wheat plant it decreased with the drop of air temperature. The total amounts of ions decreased remarkably in these plants with the drop of air temperature in early winter. In naked barley plant, the ion amounts increased linearly after the drop of temperature in early winter, but wheat plant kept the low amounts of ions till the dead of winter.

(9) Having summed up the results mentioned above, the author presumed that wheat plant was more tolerant against cold injuries than naked barley plant, by means of its smaller contents of water, higher values of the concentration (caued by both its smaller contents of water and the increase of total amount of soluble substances in cell sap), higher osmotic pressure (caused by both its smaller contents of water and the increase of total amount of osmotically active substances in cell sap), higher relative viscosity (chiefly caused by its small contents of water) and lower relative electric conductivity (chiefly caused by its small ion amounts) of the expressed cell sap.

(10) Wheat plant stamped by foot was characterised by its smaller contents of water, higher values of the concentration, osmotic pressure and relative viscosity and lower relative electric conductivity of the expressed cell sap as compared with non-treated one. But such an increase of its concentration, osmotic pressure and relative viscosity was not caused by the increase of respective substances participating in these properties, but chiefly by the decrease of water contents in the plant tissues caused by the treatments of stamping.

(V) LITERATURE

ALEKSEEV, A. M. & GUSEV, N. A. 1950. The effect of water distribution in leaves on the process of transpiration. Doklady Akad. Nauk S. S. S. R. **71**.

ANDO, K. 1919. Studies on the death by freezing and cold resistance of plants. Bull. Imp. Agr. Exp. Sta. Japan, no. 44 (in Japanese).

AVETISYAN, A. D., BABAYAN, A. A. & SUDZHYAN, V. S. Permeability and concentration of the cellular juice of cotton plant in connection with its resistance to wilting. Izvest. Akad. Nauk Armyan. S. S. R., Biol. i. Selkhoz Nauki **7**, no. 3.

BOLE, P. V. & BHARUCHA, F. R. 1954. Osmotic relation of the leaves of Avicennia alba. J. Univ. Bombay **22**, pt. 5, Sci. no., Sect. B, no. 35.

BULA, R. J. & DALE SMITH. 1954. Cold resistance and chemical composition in overwintering alfalfa, red clover and sweet clover. Agron. J. **46**.

CONSTANTINESCU, E. 1933. Weitere Beiträge zur Physiologie der Wintergetreide. Planta, **21**.

DEMIDENKO, T. T. & PORUTSKII, G. V. 1953. Changes in hydration of tissues in connection with rest period in the growth of beets. DokladyAkad. Nauk S. S. S. R. **90**.

DEXTER, S. T., TOTTINGHAM, W. E. & GRABER, L. F. 1932. Investigation of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. Plant Physiol., **7**.

DEXTER, S. T. 1933. Decreasing hardiness of winter wheat in relation to photosynthesis, defoliation and winter injury. Plant Physiol., **8**.

———— 1933. Effect of several environmental factors on the hardening of plants. Plant Physiol., **8**.

DUNN, S. 1933. Relation of hydrophilic colloids to hardiness of cabbage, brussel sprout and alfalfa plants as shown by the dye absorption test. Plant Physiol., **8**.

EBIKO, K. & WATANABE, Y. 1934. On the refractive indices of the expressed sap in wheat young plants. (Preliminary) Agr. & Hort., vol. **9**, no. 10 (in Japanese).

GENKEL, P. A. & TSVETKOVA, I. V. 1955. Improvement of heat resistance of plants. Doklady Akad. Nauk S. S. S. R., **102**.

GREATHOUSE, G. A. 1932. Effect of the physical environment on the physico-chemical properties to the leaf temperature. Plant Physiol., **7**.

HARVEY, R. B. 1930. Time and temperature factors in hardening plants. Amer. J. Bot., **17** : 3.

IKEHATA, U. 1951. Studies on the drought resistance of sugar-cane. I. Difference of drought resistance of seedling from every cane stem nodes. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **20**, nos. 3–4 (in Japanese).

———— 1951. Id. II. Effects of manurial elements to drought resistance of seedling. Ibid. (in Japanese).

ILJIN, W. S. 1953. Causes of death of plants as a consequence of loss of water conservation of life in desiccated tissues. Bull. Torrey Botan. Club, **80**.

ISHIKAWA, & SATO, I. 1941. On the osmotic pressure of medic, oil rape and cotton plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **13**, no. 2 (in Japanese).

KAKIZAKI, Y. 1936. Studies on the relation between endurance of wheat plants against snow blight and mould, and the percentage of dry materials and sugar contained in their stems and leaves and the properties of leaf juice. Agr. & Hort., Vol. **11**, no. 5 (in Japanese).

KOMA, S., MIYAZAKI, Y. & KITAZAWA, M. 1955. Studies on the cold resistance of fruit trees. 1. On the resistance of new shoots of deciduous fruit trees. Stud. Inst. Hort. Kyoto Univ., vol. **7** (in Japanese).

KUMAR, K. 1952–1953. Effects of foliar water contents on photosynthesis. J. Sci. Research Banaras Hindu Univ., **3**.

LAUDE, H. H. 1937. Comparison of the cold resistance of several varieties of winter wheat in transition from dormancy to active growth. J. Agr. Res., **54**.

———— 1937. Cold resistance of winter wheat, rye, barley and oat in transition from dormancy to active growth. J. Agr. Res., **54**.

LEVITT, J. 1951. Frost,drought and heat resistance. Annual Review of Plant Physiol.

MAXIMOV, N. A. 1929. Internal factors of frost and drought resistance in plants. Protoplasma, **7** : 2.

MIKHALOVSKII, A. G. & BORZAKOVSKAYA, I. B. 1954. The physiological and biochemical characteristics of winter-resistance ridge-growing clover. Izdatel. Akad. Nauk Ukr. S. S. R. (Referat : Zhur. Khim., Biol. Khim. 1955. no. 184.)

MIYAZAKI, Y. 1954. Seasonal changes in specific gravity of the tissue powder and some physico-chemical properties of the expressed sap of Allium Ledebourianum SHULY. Bull. Agr. Dep. Shinshu Univ. no. 3 (in Japanese).

———— 1955. Dye absorption test on the tissues of fruit trees and vegetables in winter season. Agr. & Hort. vol., **30**, no. 5 (in Japanese).

MIZUSHIMA, U. & MURAKAMI, K. 1950. On the cold resistance of artificial polyploids. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **19**. nos. 1–2 (in Japanese).

OKUNTSOV, M. M. & LEVTSOVA, O. P. 1952. Effect of copper on water regime and drought resistance of plants. Doklady Akad. Nauk S. S. S. R., **82**.

———— & TARASOVA, E. N. 1952. State of water in plants. Doklady Akad. Nauk S. S. S. R., **83**.

ONODERA, J. & TAKASAKI, T. 1930. On the relationship between cold resistance and osmotic pressure of plant sap in winter crop, and effects of climatic factors on their cold resistance. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **2**, no. 2 (in Japanese).

ONODERA, J. 1940. On the drought resistance among rice plant varieties, their morphological and physiological characters, and the changes of the yield by soil moisture deficit. Ibid., vol. **12**, no. 2 (in

Japanese).

QUISENBERRY, K. S. & BAYLES, B. B. Growth habit of some winter wheat varieties and its relation to winter hardiness and earliness. J. Amer. Soc. Agron., **31**.

SEMIKHATOVA, O. A. 1950. The relation between respiration and the water retention capacity of plant leaves. Botan. Zhur., **35**.

SHIMURA, T. 1940. On the cold resistance of tea plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **12**, no. 2.

———— 1941. On the relationship between the cold resistance and the disease resistance of tea plants. Ibid. vol., **13**. no. 2 (in Japanese).

SHKOLNIK, M. Ya. & NATANSON, N. E. 1953. Viscosity of the protoplasm in various sorts (according to drought resistance) of wheat and barley and the effect of trace elements on it. Doklady Akad. Nauk S. S. S. R. **88**.

SILKETT, VAL W., MEGEE, C. R. & RATHER, H. C. 1937. The effect of late summer and early fall cutting bud formation and winterhardiness of alfalfa. J. Amer. Soc. Agron. **29**.

SIMONIS, W. 1952. The effect of drought. 1. Morphologic structure, water content, respiration, and photosynthesis of plants raised under moist and dry condition. Planta, **40**.

STOCKER, O. 1953. Conception and nature of drought resistance. Proc. Intern. Botan. Congr., Stockholm. **7**.

TAGUCHI, R. & MIYAZAKI, Y. 1953. Studies on some physico-chemical properties of expressed sap of the onion, especially on their relation to winter hardiness. Stud. Inst. Hort. Kyoto Univ. vol. **6** (in Japanese).

TAGUCHI, R. 1954. Several problems in relation to the effects of environmental factors on the growth and leaf qualities of mulberry-trees. Lect. Collect. Chubu Branch. Sericult. Soc. Japan, vol. **7** (in Japanese).

TOMO, N., FUCHINOUE, Y. & FUCHINOUE, H. 1956. On the relation of hydrophilic colloids to cold resistance of tea plant. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **25**, no. 2 (in Japanese).

VASSILIEV, I. M. & VASSILIEV, Mg. 1936. Changes in carbohydrate content of wheat plants during the process of hardening for drought resistance. Plant Physiology, **11**.

VAN DOREN, C. A. 1937. Bound water and electrical conductivity as measures of cold resistance in winter wheat. J. Amer. Soc. Agron., **29**.

YAMADA, N. 1948. Physiological studies on overwintering of wheat in cold regions. Agr. Sci. (Nōgaku) no. 11 (in Japanese).

YAMAZAKI, M. 1931. On the growth of young plant of wheat varieties having different cold resistance. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, vol. **3**, no. 4 (in Japanese).

YAMAMOTO, K. & OIZUMI, H. 1951. On the frost killing and winter injury of barley plant. 1. Carbohydrate metabolism in barley plant. Bull. Inst. Agr. Res., vol. **2**, no. 4 (in Japanese).

YAMASHITA, T. 1948. Beteiligung des Kaliums in die Pflanzenphysiologie : Einfluss der Kaliumversorgung auf den Brechungsindex, die elektrische Leitfähigkeit und das sog. Zähigwerden des Pressaftes und des wässerigen Gewebepulver-Extraktes aus dem Pflanzenkörper. Seibutsu, vol. **3**. no. 1 (in Japanese with German summary).